

BOLT FASTENER WITH INSPECTION FUNCTION

Publication number: JP2002039885 (A)

Publication date: 2002-02-06

Inventor(s): WASHIMI TAKAAKI; HIRAI TATSUO; KANAYAMA YASUNOBU +

Applicant(s): MAEDA METAL IND +

Classification:

- international: G01L5/24; B25B23/14; G01L5/24; B25B23/14; (IPC1-7): G01L5/24; B25B23/14

- European:

Application number: JP20000228124 20000728

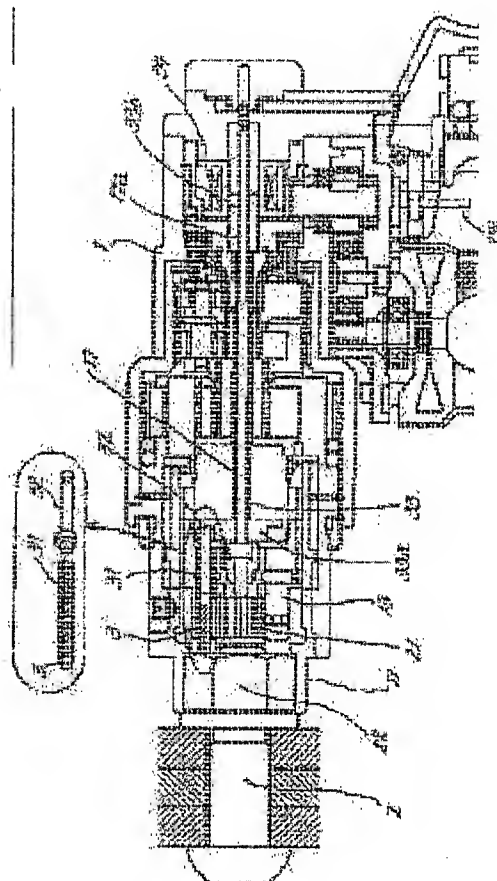
Priority number(s): JP20000228124 20000728

Also published as:

JP3281360 (B2)

Abstract of JP 2002039885 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow a bolt fastener itself to determine whether or not bolt fastening is sufficient. **SOLUTION:** The fastener, by which a nut subjected to primary fastening (temporary fastening) is firmly fastened through the drive of a motor, has a differentiating circuit for differentiating the driving current of the motor, a primary fastening torque detection circuit, and a nut fastening angle checking circuit. The primary fastening torque detection circuit and the nut fastening angle checking circuit compare variation in a differential value of the differentiating circuit with initial experimental data to calculate the amount of primary fastening torque and the rotational angle of the nut so as to determine whether or not bolt fastening is sufficient.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-39885
(P2002-39885A)

(43)公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 1 L 5/24		G 0 1 L 5/24	2 F 0 5 1
B 2 5 B 23/14	6 1 0	B 2 5 B 23/14	6 1 0 A 3 C 0 3 8
			6 1 0 K
	6 2 0		6 2 0 G

審査請求 有 請求項の数7 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願2000-228124(P2000-228124)

(22)出願日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(71)出願人 000201467

前田金属工業株式会社

大阪府大阪市東成区深江北3丁目14番3号

(72)発明者 鷺見 卓昭

大阪府大阪市東成区深江北3丁目14番3号

前田金属工業株式会社内

(72)発明者 平井 達夫

大阪府大阪市東成区深江北3丁目14番3号

前田金属工業株式会社内

(74)代理人 100066728

弁理士 丸山 敏之 (外2名)

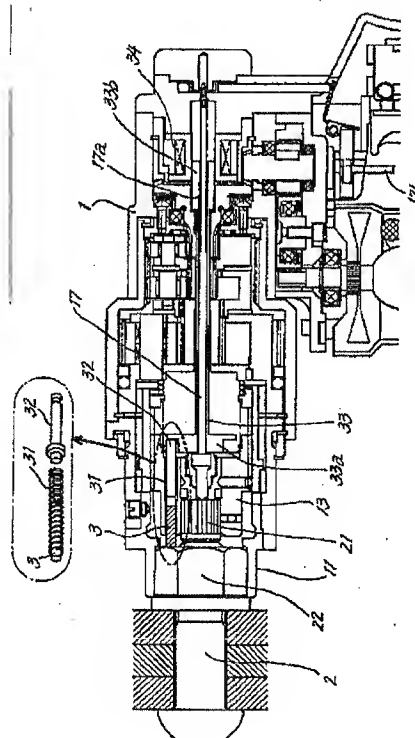
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 検査機能付きボルト締付機

(57)【要約】

【課題】 ボルト締付機自体が、ボルト締付けの合否を判定する。

【解決する手段】 一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、モータの駆動電流を微分する微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有している。一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路は、微分回路の微分値の変動と、予め実験で得たデータとの比較で一次締付トルク量及びナット回転角度を求め、ボルト締付けの合否を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、モータの駆動電流を微分する電流微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有し、

一次締めトルク検出回路は、電流微分回路の微分値が負の値からゼロ点を過ぎ、正の値に変化したとき(本締め開始点)の角度を $\theta 0$ として、 $\theta 0$ 以後の電流微分値と一次締めトルク量の関係を示すデータとの比較により一次締めトルク量を求めるものであり、

ナット締付け角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が最大となってから予め定めた締付け完了時点に対応する微分値まで低下した時点をナットの締付け回転角度 $\theta 1$ とし、 $\theta 1 - \theta 0$ が前記一次締めトルク値とボルトの首下長さから予め設定した角度の範囲であるか否かによってナット締付け角度の合否を判定することを特徴とする検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項2】 異常伸び判定回路を有し、異常伸び判定回路は、角度 $\theta 1$ から所定角度を超えたときの電流値を検出し、該電流値の最大電流値に対する割合が予め設定した割合以上の場合、

又は、角度 $\theta 1$ 以後の電流値が最大となり、その最大電流値に対して所定割合まで電流値が低下したときの角度を検出し、その角度が予め設定した角度以上の場合には異常伸びと判断し不良信号を発する請求項1に記載の検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項3】 一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、モータの回転速度を微分する速度微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有し、

一次締めトルク検出回路は、速度微分回路の微分値が正の値からゼロ点を過ぎ、負の値に変化したとき(本締め開始点)の角度を $\theta 0$ として、 $\theta 0$ 以後の速度微分値と一次締めトルク量の関係を示すデータとの比較により一次締めトルク量を求めるものであり、

ナット締付け角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が最小となってから予め定めた締付け完了時点に対応する微分値まで上昇した時点をナットの締付け回転角度 $\theta 1$ とし、 $\theta 1 - \theta 0$ が前記一次締めトルク値とボルトの首下長さから予め設定した角度の範囲であるか否かによってナット締付け角度の合否を判定することを特徴とする検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項4】 異常伸び判定回路を有し、異常伸び判定回路は、角度 $\theta 1$ から所定角度を超えたときの速度を検出し、該速度の最低速度に対する割合が予め設定した割合以下の場合、

又は、角度 $\theta 1$ 以後の速度が最低となり、その最低速度に対して所定割合まで速度が上昇したときの角度を検出し、その角度が予め設定した角度以上の場合には異常伸びと判断し不良信号を発する請求項3に記載の検査機能付

電動ボルト締付機。

【請求項5】 一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、ナット締付けトルクを微分するトルク微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有し、

一次締めトルク検出回路は、ナット締付けトルク微分値が最大となったときの角度を $\theta 0$ として、この最大トルク微分値と、トルク量とトルク微分値との関係を示すデータとの比較により一次締めトルク量を求めるものであり、

ナット締付け角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が低下し、所定量に達したときの角度を $\theta 1$ とし、 $\theta 1 - \theta 0$ が前記一次締めトルク値とボルトの首下長さから予め設定した角度の範囲であるか否かによってナット締付け角度の合否を判定することを特徴とする検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項6】 異常伸び判定回路を有し、異常伸び判定回路は、角度 $\theta 1$ から所定角度を超えたときのトルク値を検出し、該トルク量が、最大トルク値に対して予め設定した割合以上の場合、

又は、角度 $\theta 1$ 以後のトルク値が最大となり、その最大トルク値に対して所定割合までトルク値が低下したときの角度を検出し、その角度が予め設定した角度以上の場合には異常伸びと判断し不良信号を発する請求項5に記載の検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項7】 締付けソケットにマーカがソケットの軸方向に移動可能に配備され、不合格の信号によりソレノイドが働いてマーカが移動し、ソケットに嵌まっている締付部材に当てマークを施す請求項1乃至6の何れかに記載の検査機能付電動ボルト締付機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ボルトが正常に締付けられているか否かの判定機能を有する電動ボルト締付機に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び本発明が解決しようとする課題】建築・橋梁などの鋼構造物の接合に用いられる構造用高力ボルト(以下、単にボルトと呼ぶ)は、ねじ軸先端に破断用突起部(ピンテールという)を具えており、専用の締付機によって締付けられた場合、ボルトのピンテールが根元のノッチ部で破断されるので締付けが完了しているか否かが一目で判る。但し、実際の施工に当っては、ボルトの製造上の異常や施工時の異常により、ボルトのピンテールが破断していても正常な締め付けが出来ていない場合がある。

【0003】上記締付け異常を発見するため、締付け作業は、一次締め→マーキング→本締め目視検査の工程で実施するよう定められている(建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事)。一次締めは、締付部材が密着す

10

20

30

40

50

るよう一次締め専用締付機にて実施することである。マーキングは、ボルト、ナット、座金および被締結部材に亘ってマークを施すことである。本締めは、締付機にてピンテールが破断するまで締め付けることである。目視検査は、締付け後、前記マークのズレを見て、ボルトの締付けが正常であるか否かを確認することである。

【0004】ところが、マーキングは機械化が待望されているが実現しておらず、人力によるマーキングや目視検査の作業には多くの時間を費やし、不経済である。

又、作業位置によっては正確さに欠けたり、見落としが生じる場合もあり、信頼性に乏しい。本発明は、ボルトを締付けた際に、締付け状態の合否を自動的に判定できる機能を有するボルト締付機を明らかにするものである。

【0005】

【課題を解決する手段】本発明のボルト締付機は、ボルトと協働して被締付け部材を一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、モータの駆動電流を微分する電流微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有している。一次締めトルク検出回路は、電流微分回路の微分値が負の値からゼロ点を過ぎ、正の値に変化したとき(本締め開始点)の角度を $\theta 0$ として、 $\theta 0$ から所定角度を超えたときの電流微分値を検出し、電流微分値と一次締めトルク量の関係を示すデータとの比較により一次締めトルク量を求めるものである。ナット締付角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が最大となってから予め定めた締付完了時点に対応する微分値まで低下した時点

【0006】

【作用及び効果】締付け作業中のモータの駆動電流を微分することによって、締付け負荷の変動によるモータへの負荷の変化が極めて判り易くなるため、一次締めトルク量及びナット締付角度の合否を正確に判定できる。又、締付機のなじみ性に左右されることなく、正確に本締め開始点が検出できる。ボルトの首下長さの違いによって、締付けにおけるボルト自体の捻れ量が異なる。これは締付け状態の合否の判断に無視できないが、ナット締付角度合否判定回路はこのボルトの首下長さも考慮して判断がなされるため、判定の正確度は一層向上する。ボルトを1本締付ける毎に締付け検査が自動的に行われるため、検査の抜けが生じない。又、従来のようにボルト、ナット、座金および被締結部材に亘ってマークを施す人力による面倒な作業は不要である。仮にマークを施すとしても、一次締めが完了したという印だけでよい。このマーキングは単純なので機械化が容易なため、一次締め締付機にその単純なマーキング機能を具備すれば更

なる省力化も可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の締付機は、次の4項目の検査機能を有する。

① 一次締め時のトルク量が適正な範囲に入っているか否か。次項目の本締め時、ナット回転角度量は一次締めトルク量の大きさによって変動するため、本締めの最初の段階で一次締めトルク量を検査する。

② 本締めにおけるナットの回転角度量が、指定されたボルトの首下長さに対応した適正な範囲に入っているか否か。一次締めトルク量と被締結部材が判明している場合、規定の締付け力を確保するためのナットの回転角度は首下長さに比例する。正常な場合の首下長さとの角度量の関係を事前に求め、その量と比較して、正常か否かを検査する。

③ 本締め時の最大トルク量は適正な範囲に入っているか否か。ボルトの最大締付けトルク量はボルトメーカーが違ってもほぼ一定なので、正常といえる範囲を規定し、その量と比較して、正常か否かを検査する。

④ ピンテールの破断角度量は適正な範囲に入っているか否か。ボルトは所定の締付けトルク量に達すると、ピンテール根元のノッチ部にてねじり破断を生じるため、最大トルク領域の角度(=ピンテールの破断角度)はほぼ一定となるが、ボルトのねじ部などがノッチ部より早く降伏するといった異常が生じるとこの角度は大きくなる。

【0008】具体的検査手段

前項の4つの検査項目を判定するために、本発明は下記の3つの手段を実施した。

第1実施例： 締付け電流と締付機の回転角度特性を利用する。

第2実施例： 締付け速度と締付機の回転角度特性を利用する。

第3実施例： 締付けトルクと締付機の回転角度特性を利用する。

以下具体的に説明する。

【0009】「実施例1」(締付け電流と締付機の回転角度特性を利用)

ボルト締付機の構成

ボルト締付機は、図1、図2に示す如く、ケーシング(1)の先端に突設したアウターソケット(11)と同心になり防止機構(12)を介して後退可能にインナーソケット(13)が配備され、両ソケット(11)(13)は、遊星歯車機構(14)の2つの出力軸、実施例では遊星歯車(14c)に噛合した内歯車(14d)及び遊星歯車支持棒(14a)に連繋している。遊星歯車機構(14)に歯車列(15)を介してモータ(16)が連繋され、図3に示す如く、インナーソケット(13)にボルト(2)のピンテール(21)が、アウターソケット(11)にナット(22)が夫々奥まで嵌まった状態にて、両者に互いに反対方向の回転力が作用してボルト、ナットが締め

付けられると、ピンテール(21)が破断される。モータが起動してから実際に締付けを開始するまで、ソケットが所定角度以上、実施例では 20° 以上空走するメカニズムが組み込まれており、該メカニズムは、インナーソケット(13)を軸方向にスライド可能に支持するホルダー(13a)と遊星歯車支持枠(14a)との間に回転方向に 20° 以上の遊びを設け、トーションバネ(14b)で一方向に付勢する公知の機構(特開昭57-83381号等)を実施している。上記2つのソケット(11)(13)と同心にピンテール排出ロッド(17)が進退可能に配備され、図3に示す如く、インナーソケット(13)がピンテール(21)に押されて後退するとき、バネ(17a)に抗して排出ロッド(17)も一緒に押されて後退し、締付け完了後に破断されてインナーソケット(13)内に残ったピンテール(21)を、排出レバー(17b)を引くことによって、排出ロッド(17)の保持を解除して、バネ力で排出ロッド(17)を前進させてピンテール(21)を排出させる。締付機には、締付不良ボルトに対して、そのナット(22)の端面にマークを施すマーキング装置が内蔵されている。

【0010】実施例のマーキング装置は、インナーソケット(13)の周壁を貫通して該ソケットの軸心と平行にスライド可能にマーカ(3)を配備し、該マーカ(3)の後端にコイルバネ(31)を介してマークピン(32)を一直線上に連結する。マーカ(3)はフェルト体でありインキが染み込んでいる。マーカ(3)はインナーソケット(13)の前端面から少し突出し、マークピン(32)はインナーソケット(13)の後端から大きく突出している。遊星歯車機構(14)の軸心を貫通し且つ前記排出ロッド(17)に摺動可能に嵌めて筒軸(33)を配備し、該筒軸(33)の前端に叩きヘッド(33a)を突設する。筒軸(33)の後端に肉厚拡大部(33b)を形成し、バネ(33c)を該拡大部(33b)に当てて筒軸(33)を常時後方に付勢する。ハウジング(1)の後部に上記筒軸(33)の肉厚拡大部(33b)の前部に被さって電磁コイル(34)を配備する。後記するコンピュータ(4)からの締付不良信号によって、電磁コイル(34)へ通電されることにより、筒軸(33)がバネ(33c)に抗して前進し、叩きヘッド(33a)がマークピン(32)を叩いてマーカ(3)を突き出し、ナット(21)の端面にマークを施すことができる。インナーソケット(13)の開口側からマーカ(3)にインキ補充が可能である。

【0011】図1に示す如く、締付機のグリップ(10)とモータ(16)の先端間を繋ぐ部分(18)に、コンピュータ(4)、ボルトの首下長さ入力部(41)、複数の表示ランプ(LED)(42)が配備される。又、締付機にはモータの電流値を検出するCTセンサー(図示せず)が設けられ、モータ(16)にはモータ1回転を数パルス(実施例では1パルス)として検出する回転センサー(19)が連携され、夫々コンピュータ(4)に信号が送られる。尚、モータ1回転に対するパルス数はモータの回転数や減速比が異なった場合、事前実験により決定する。モータの駆動はト

リガースイッチ(16a)にて行う。首下長さ入力部(41)は作業者がボルトの首下長さが異なる毎に手動入力することと、ボルト締付の合否判定の正確さを向上させるものであり、首下長さの実長を入力して、実長に対応することが望ましいのは勿論であるが、精度的に許される場合は、短寸・標準・長寸等、2～5段階程度の範囲から選択させることができる。尚、ボルトの呼び径の違いに対しては、締付機をその呼び径専用にすることで対応できる。又、切替えスイッチ(図示せず)を設けて呼び径の異なる2サイズ程度のボルトに対して互換性を持たせることは可能である。

【0012】コンピュータ(4)は、回転センサー(19)にて検出されたパルス及びCTセンサーにて検出された電流値(実際には電圧に変換されている)を入力し、締付機の減速比(記憶データとして確保)より締付機の出力角度を計算すると共に、単位時間当りの角度増分 $\Delta\theta$ と電流増分 ΔI を用いて、電流微分値($\Delta I / \Delta\theta$)を計算する。付帯機能として、締付機に供給される電源電圧を測定する。無くても可い。

【0013】検査判定

呼び径2mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmの場合について、夫々本締めを行った。そのときの検査判定について、夫々本締めを行った、そのときの検査判定について、図5の部材締付け時の電流波形、図6の部材締付け時電流微分波形に基づいて説明する。図5、図6の角度軸は、モータ軸から得られるパルス数を所定周期(例えば10ms、コンピュータの性能及び締付機の減速比等に応じて変更する)で加算蓄積したものを、モータ回転に対するソケットの減速比より角度に換算して表示している。図5の電流軸は、モータの電流値を上記所定周期で検出したものであり、電流の検出はCTセンサーにより行い、CTセンサーの出力電圧を電流値に変換したものである。図6の微分軸は、上記所定周期毎に採り込まれた電流データの相対値(ΔI :現在の値から1周期前の値を減算したもの)を角度データの相対値($\Delta\theta$)で除算した値($\Delta I / \Delta\theta$)としている。尚、一次締めトルク1000kg-cmの電流波形は上記所定周期毎の点で表示しているが、その他の電流波形は点の間を実線で繋ぎ、太さの異なる連続線として表示している。

【0014】判定の工程

図7のブロック図、図8のフローチャートにより、検査判定の工程の詳細を説明する。

(1) 首下長さの入力(a): ボルトの首下長さを、入力部(41)に入力する。

(2) 締付け開始(b): ピンテール(21)とナット(22)にソケット(13)(11)を嵌める。この段階でナット(22)からのボルトの臨出長さが短すぎると、ナット端面にマーカ(3)が当接して、本締め前に不合格表示がなされてしまう。一次締め終了の時点でナット(22)からのボルト

の臨出長さが予定長さに達しないということは、即ち、一次締めトルク値の導入若しくはボルトの首下長さ選定に問題があり、不合格表示がなされて当然である。トリガースイッチ(16a)を入れ、モータ(16)を起動する。該スイッチは締付け完了または異常停止まで切ってはならない。トリガースイッチが入ると同時に電圧測定(c)・パルス測定(d)・電流測定(e)を開始する。又、同時に電流微分の計算も実行する。

(3) .電圧電圧判定(g): トリガースイッチが入り、角度 θ_0 を検出するまでは電圧電圧測定回路(406)により、電圧電圧を監視し、基準電圧の $\pm 10\%$ 以内か判定する。基準電圧の $\pm 10\%$ を超えている場合は不合格とし、その時点で強制停止(モータへの通電遮断)するか締付け完了後、不合格表示を行う。

(4) .角度 θ_0 の検出(h): 電流微分回路(400)で演算した電流微分値($\Delta I / \Delta \theta$)がトリガースイッチ投入後、負の値よりゼロ点を超え正の値に変化したときの角度を θ_0 とする。

(5) .空走判定(i): モータが起動してから角度 θ_0 に達するまで所定角度(実施例では 20°)以下のときは十分な空転時間を確保できないため、締付け開始時の電流変化が標準状態と異なり、一次締めトルク値の算出およびナット回転角度の検出が出来なくなる。空走判定回路(401)により判定した空走角度が所定角度以下の場合には一次締めトルク値の算出及びナット回転角度の検査を実行せず、締付け後、未検査の表示をする。尚、空走の可否を判定する角度は、モータが起動する際の突入電流が概ね安定するまでの角度であり、締付機の減速比により異なるため、締付機の特性に応じた設定とする。

(6) .一次締めトルク値(j): 一次締めトルク検出回路(402)により、角度が θ_0 から所定角度(実施例では 8°)を超えたときの電流微分値を検出し、事前に実験で求めた電流微分値と一次締めトルク量の関係式またはデータテーブルとの比較により一次締めトルク量を求める。尚、 θ_0 からの所定角度は実施例でも $5 \sim 15^\circ$ の範囲で設定できるが、ボルトの締付け施工条件や締付機の特性により設定は変わり、減速比が変化した場合には更に大きな角度とすることもあり得る。又、一次締めトルク量を求める方法は、実施例以外に最大電流微分値を検出して、その最大電流微分値と一次締めトルク量、もしくは最大電流微分値のときの θ_0 からの角度と一次締めトルク量の関係から求めても可い。

(7) .角度 θ_1 の検出(k): 角度 θ_0 以降に電流微分値が最大となり、次に低下し、所定量(事前実験による値)に達したときの角度を θ_1 とする。

(8) .ナット回転角度(l): ナット締付角度合否判定回路(403)により、角度 $\theta_1 - \theta_0$ を計算し、事前に実験で得られた結果による一次締めトルク値と首下長さを指標とした計算式またはデータテーブルの角度と、測定された角度 $\theta_1 - \theta_0$ を比較して合否判定を行う。

尚、一次締めトルク値は上記工程(6)項で求められた値を用いる。不合格の場合は締付け終了後、不合格表示する。

(9) .最大電流値検出(m): 最大電流判定回路(404)により、角度 θ_1 検出後の最大電流値が事前に設定した下限電流値と上限電流値の範囲に納まるか否かを監視する。電流値が上限電流値を超える場合は、締付機を破損するのでモータへの通電を遮断し、不合格通知する。電流値が下限電流値を超えないで最大電流値となった場合は、トルク不足で不合格とし、締付け終了後、不合格表示する。

(10) .異常伸び判定(n): 異常伸び判定回路(405)により、角度 θ_1 から事前調査による角度(実施例では 30°)を超えたときの電流値を検出する。実施例では、その電流値が最大電流値を 100% としたときの 95% 以下であるかを調べる。 95% 以上の場合には異常伸び発生と判断して強制停止し、不良表示する。 95% 以下は合格とする。尚、異常伸びを判定するための θ_1 からの角度及び最大電流値に対する比(実施例では 95%)は、ボルト及び締付機の特性により異なるため事前に調査した値を設定する。又、異常伸び判定を行う方法は、上記以外に、 θ_1 以後の最大電流値を検出し、その後電流値が所定比率まで低下したときの角度を検出して、事前に設定した角度以内であるか否かで判定しても可い。

(11) .不良表示(o): 以上の検査工程において「不合格」、「強制停止」、「未検査」等の異常を生じた場合の不良表示は、その原因が判るよう異常原因別の表示ランプ(LED)(42)を点灯させる。又、締付機にブザー(図示せず)を設け、作業者に締付けたボルトが異常であることを音で知らせることも出来る。

(12) .マーキング(p): 検査結果が不合格の場合、コンピュータから信号を出力し、その信号により動作するスイッチにて電磁コイル(34)に通電する。通電された電磁コイルの磁力の働きにより、前述の如く、インクを包含したマーカ(3)がナット(22)に押し付けられる。以上の方法でナットに不良を明示するマークを施す。

(13) .リセット(q): 正常に締付けが完了した場合は、トリガースイッチ(16a)を切った時点で初期状態に復帰して次のボルト締付けに待機する。異常終了の場合は、ランプ(LED)の点灯・ブザー・マーキングのため、トリガースイッチを切られても数秒間は不良表示を保持させ、その後初期状態に復帰させる。但し、不良ランプ点灯は次にトリガースイッチを入れるまで継続しても可い。

【0015】図9は、上記工程(8)のナット回転角度判定の具体例を示している。呼び径 2.2mm 、首下長さ 8.5mm のボルトを、一次締めトルクが $1000\text{kg}\cdot\text{cm}$ 、 $2000\text{kg}\cdot\text{cm}$ 、 $3000\text{kg}\cdot\text{cm}$ の場合について、ボルト、ナット、座金及び

被締結部材に亘って印を施してから、本締めを実施した際の

A: 角度ゲージを用いて目視にて測定したナットの回転角度(目視角度)

B: 締付機の電流微分のデータより求めたナットの回転角度($\theta_1 - \theta_0$)との関係をグラフにしたものである。大きな黒丸は、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmのボルト15本づつについての平均値である。目視の場合も、データによる場合も、夫々 $\pm 5^\circ$ の範囲に納まっており、これは目視による誤差の範囲であり、電流微分のデータより求めたナットの回転角度で合否を判定することに問題がないのは明らかである。

【0016】「実施例2」(締付け速度と締付機の回転角度特性を利用)

ボルト締付機の構成

ボルト締付機は実施例1の締付機からCTセンサーを省略できる。

【0017】コンピュータ(4)は、回転センサー(19)にて検出されたパルス及び締付機の減速比から締付機の出力角度を計算し、又、パルス間の時間よりモータが1回転する時間を測定し速度に変換する。単位時間当りの角度増分 $\Delta\theta$ と速度増分 Δv を用いて、速度微分値($\Delta v / \Delta\theta$)を計算する。付帯機能として、締付機に供給される電源電圧を測定する。無くても可い。

【0018】検査判定

呼び径2.2mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmの場合について、夫々本締めを行った。そのときの検査判定について、図10の部材締付け時の速度波形、図11の部材締付け時速度微分波形に基づいて説明する。図10、図11の角度軸は、実施例1の場合と同様にし、モータ回転に対するソケットの減速比より角度に換算して表示している。図10の速度軸は、モータが1回転する時間を所定周期(実施例では10ms。コンピュータの性能及び締付機の減速比等に応じて変更する)で検出し、更に精度を上げるため、コンピュータの基準クロックでカウントした値である。この場合、速度が遅いほどカウント値は大きくなる。実施例では解り易くするため「カウント最大値-カウント値」とし、速度が遅くなるとデータも小さくなる様にしておき、且つ、グラフ表示に際しては締付開始後の最大速度を100%として表示している。図11の微分軸は、実施例1と同様にし、上記所定周期毎に採り込まれた速度データの相対値(Δv)を角度データの相対値($\Delta\theta$)で除算した値($\Delta v / \Delta\theta$)としている。尚、波形表示は実施例1と同じである。

【0019】判定の工程

図12のブロック図、図13のフローチャートにより、検査判定の工程の詳細を前記実施例1の順に説明する。

(1). 首下長さの入力(a): 実施例1と同じ。

(2). 締付け開始(b): 実施例1と同じ。

(3). 電源電圧判定(g): 実施例1と同じ。但し、電流測定は速度測定に読み替える。

(4). 角度 θ_0 の検出(h1): 速度微分回路(400a)によって演算された速度微分値($\Delta v / \Delta\theta$)がトリガースイッチ投入後、正の値よりゼロ点を下回り、負の値に変化したときの角度を θ_0 とする。

(5). 空走判定(i): 実施例1と同じ。

(6). 一次締めトルク値(j1): 一次締めトルク検出回路(402a)により、角度が θ_0 から所定角度(実施例では 8°)を超えたときの速度微分値を検出し、事前に実験で求めた速度微分値と一次締めトルク量の関係式又はデータテーブルとの比較により一次締めトルク量を求める。尚、 θ_0 からの所定角度は実施例でも $5 \sim 15^\circ$ の範囲で設定できるが、ボルトの締付け施工条件や締付機の特性により設定は変わり、減速比が変化した場合には更に大きな角度とすることも有り得る。又、一次締めトルク量を求める方法は、実施例以外に最大速度微分値を検出して、その最大速度微分値と一次締めトルク量、もしくは最大速度微分値のときの θ_0 からの角度と一次締めトルク量の関係から求めても可い。

(7). 角度 θ_1 の検出(k1): 角度 θ_0 以降に速度微分値が最小となり、次に上昇し、所定量(事前実験による値)に達したときの角度を θ_1 とする。

(8). ナット回転角度(l): 実施例1と同じ。

(9). 最大電流値検出(m1): 実施例1の最大電流検出に対応するものであり、最低速度判定回路(404a)により、角度 θ_1 検出後の最低速度が事前に設定した下限速度と上限速度の範囲に納まるか否かを監視する。速度が下限速度を下回る場合は、締付機を破損するのでモータへの通電を遮断し、不合格通知する。上限速度を超えないで最低速度となった場合は、トルク不足で不合格とし、締付け終了後、不合格表示する。

(10). 異常伸び判定(n1): 異常伸び判定回路(405a)により、角度 θ_1 から事前調査による角度(実施例では 30°)を超えたときの速度を検出する。実施例では、その速度が角度 θ_0 時の速度と最低速度との差を100%としたとき、最低速度より5%以上上昇しているか否かを調べる。5%以下の場合は異常伸び発生と判断して強制停止し、不合格表示する。5%以上は合格とする。尚、異常伸びを判定するための θ_1 からの角度及び最低速度に対する比(実施例では5%)は、ボルト及び締付機の特性により異なるため事前に調査した値を設定する。又、異常伸び判定を行う方法は、実施例以外に、 θ_1 以後の最低速度を検出し、その後速度が所定比率まで低下したときの角度を検出して、事前に設定した角度以内であるか否かで判定しても可い。

(11). 不良表示(o): 実施例1と同じ。

(12). マーキング(p): 実施例1と同じ。

(13). リセツ(q): 実施例1と同じ。

【0020】「実施例3」(締付けトルクと締付機の回転角度特性を利用)

ボルト締付機の構成

ボルト締付機は図1乃至図4の締付機にトルクセンサー(5)を付加し、CTセンサーを省略する。トルクセンサーは、公知のトルクセンサー(5)を図18に示す如く、遊星歯車機構(14)の太陽歯車(14a)の軸部上に構成できる。これは軸部に捻れ方向が逆の2種類の溝(51)(52)を加工し、該軸部を包囲して2つの環状コイル(53)(54)を配備したものである。軸部にトルクが印加されることによる溝(51)(52)への逆磁歪効果から誘電起電圧を発生させ、トルクに比例した電圧出力を得ることができる。

【0021】コンピュータ

コンピュータ(4)は、回転センサー(19)にて検出されたパルス及び締付機の減速比から締付機の出力角度を計算し、又、トルクセンサーにて検出されたトルク値から単位時間当りの角度増分 $\Delta\theta$ とトルク増分 ΔT を用いて、トルク微分値($\Delta T/\Delta\theta$)を計算する。付帯機能として、締付機に供給される電源電圧を測定する。無くても可い。

【0022】検査判定

呼び径22mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmの場合について、夫々本締めを行った。そのときの検査判定について、図14の部材締付け時のトルク波形、図15の部材締付け時トルク微分波形に基づいて説明する。図14、図15の角度軸は、実施例1の場合と同様にして、モータ回転に対するソケットの減速比より角度に換算して表示している。図14のトルク軸は、トルクセンサーからの出力電圧をトルク値に換算した値を示している。図15の微分軸は、実施例1と同様にして、上記所定周期毎に採り込まれたトルクデータの相対値(ΔT)を角度データの相対値($\Delta\theta$)で除算した値($\Delta T/\Delta\theta$)としている。尚、波形表示は実施例1と同じである。

【0023】判定の工程

図16のブロック図、図17のフローチャートにより、検査判定の工程の詳細を前記実施例1の順に説明する。

(1).首下長さの入力(a): 実施例1と同じ。

(2).締付け開始(b): 実施例1と同じ。

(3).電源電圧判定(g): 実施例1と同じ。但し、電流測定はトルク測定に読み替える。

(4).角度 θ_0 の検出(h2): トルク微分回路(400b)によって演算されたトルク微分値($\Delta T/\Delta\theta$)がトリガースイッチ投入後、最大となったときの角度を θ_0 とする。

(5).空走判定(i): トルクセンサーによる場合は必要としない。

(6).一次締めトルク値(j2): 一次締めトルク検出回路(402b)により、前記最大トルク微分値と、事前に実

験で求めたトルク微分値と一次締めトルク量の関係式又はデータテーブルとの比較により、一次締めトルク量を求める。

(7).角度 θ_1 の検出(k2): 角度 θ_0 以降にトルク微分値が低下し、所定量(事前実験による値)に達したときの角度を θ_1 とする。

(8).ナット回転角度(l): 実施例1と同じ。

(9).最大トルク検出(m2): 実施例1の最大電流検出に対応するものであり、最大トルク判定回路(404b)により、角度 θ_1 検出後の最大トルク値が事前に設定した下限トルク値と上限トルク値の範囲に納まるか否かを監視する。上限トルク値を越える場合は、締付機を破損するのでモータへの通電を遮断し、不合格通知する。下限トルク値を超えないで最大トルクとなった場合は、トルク不足で不合格とし、締付け終了後、不合格表示する。

(10).異常伸び判定(n2): 異常伸び判定回路(405b)により、角度 θ_1 から事前調査による角度(実施例では 30°)を超えたときのトルク値を検出する。実施例では、そのトルクが最大トルク値を100%としたときの95%以下であるか否かを調べる。95%以上の場合は異常伸び発生と判断して強制停止し、不合格表示する。95%以下は合格とする。尚、異常伸びを判定するための θ_1 からの角度及び最大トルク値に対する比(実施例では95%)は、ボルト及び締付機の特性により異なるため事前に調査した値を設定する。又、異常伸び判定を行う方法は、実施例以外に、 θ_1 以後の最大トルク値を検出し、その後トルク値が所定比率まで低下したときの角度を検出して、事前に設定した角度以内であれば合格、設定した角度以上であれば異常延びと判断しても可い。

(11).不良表示(o): 実施例1と同じ。

(12).マーキング(p): 実施例1と同じ。

(13).リセット(q): 実施例1と同じ。

【0024】本実施例では、対象ボルトを、ボルト規格がナット、座金を含みセットで規定され、製造メーカーが異なっても締付け特性に殆どバラツキのない建築・橋梁用鋼構造物締結用のピンテール破断ボルトとしたが、同様の締付け特性を示すボルト(ピンテールの存在しないボルトも含む)の締結に使用できるのは勿論である。

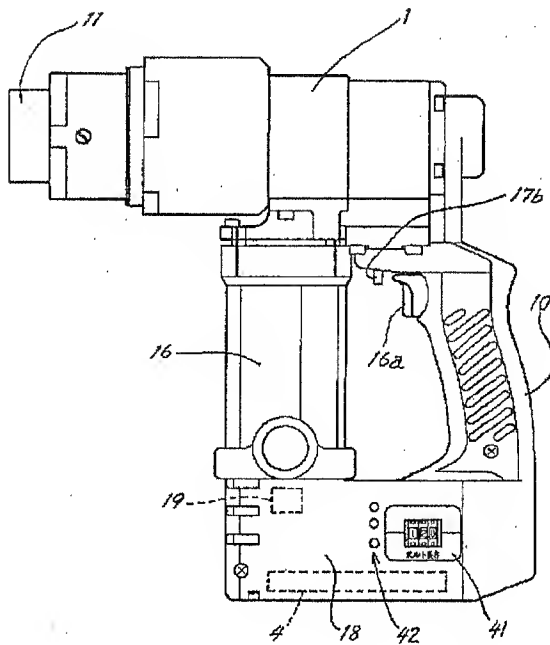
又、実施例では、ソケットの空走角度を 20° 以上としたが、これは本実施例に限った場合であり、呼び径や締付機が異なった場合は空走角度が小さくても、図5、図6、図10、図11の波形が正常に表れる場合がある。インナーソケットとアウトソーケットを具えたボルト締付機は、ナットとピンテールの位相のズレに対応するため、ある程度は空走できる様に設計されており、前出の空走メカニズムが無い場合でも、支障の無い場合もある。本発明は、上記実施例の構成に限定されることなく、特許請求の範囲に記載の範囲で種々の変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

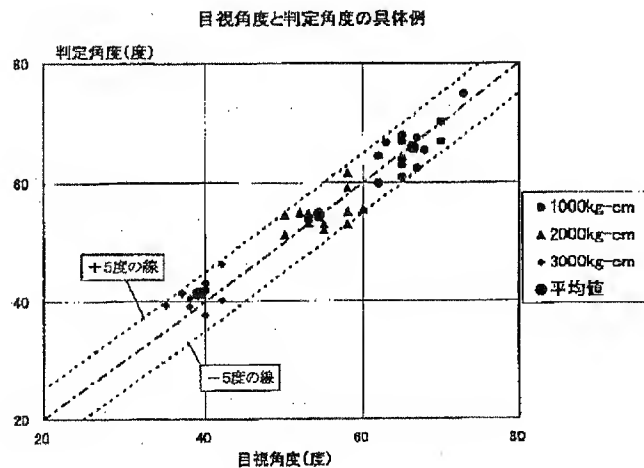
- 【図1】ボルト締付機の正面図である。
 【図2】締付け前のボルト締付機の要部断面図である。
 【図3】ボルト、ナットに係合した状態のボルト締付機の要部断面図である。
 【図4】ナットにマークを施す状態のボルト締付機の要部断面図である。
 【図5】部材締付け時の電流波形の図である。
 【図6】同上の電流微分波形の図である。
 【図7】電流データによる場合の判定ブロック図である。
 【図8】同上のフローチャートである。
 【図9】目視角度と判定角度の具体例のグラフである。
 【図10】部材締付け時の速度波形の図である。
 【図11】同上の速度微分波形の図である。
 【図12】速度データによる場合の判定ブロック図である。

*

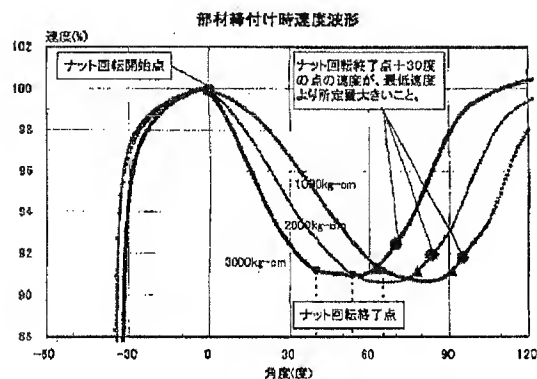
【図1】



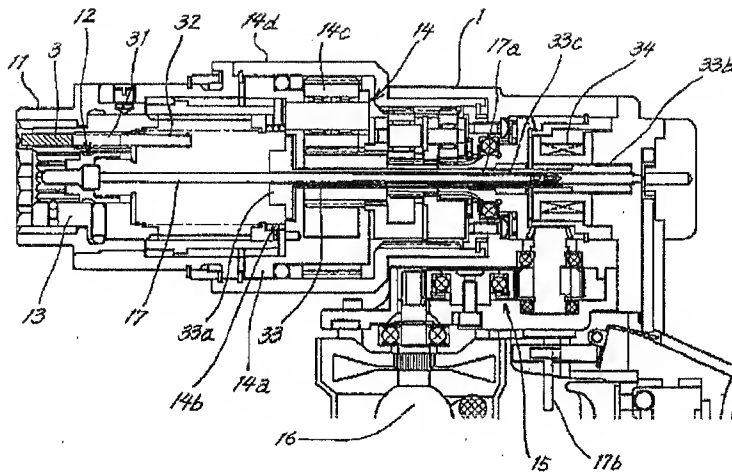
【図9】



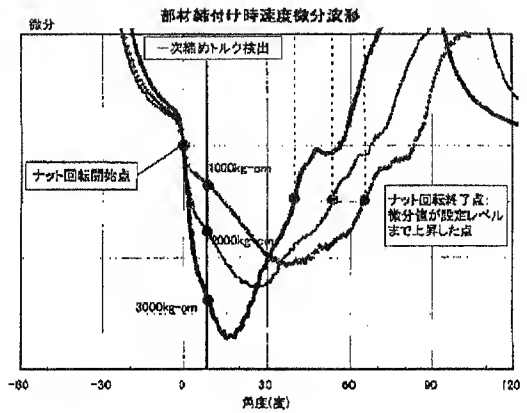
【図10】



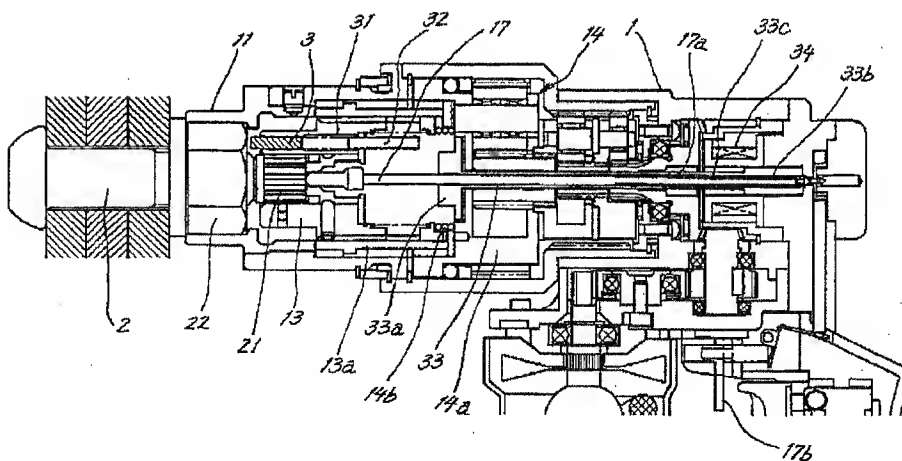
【図2】



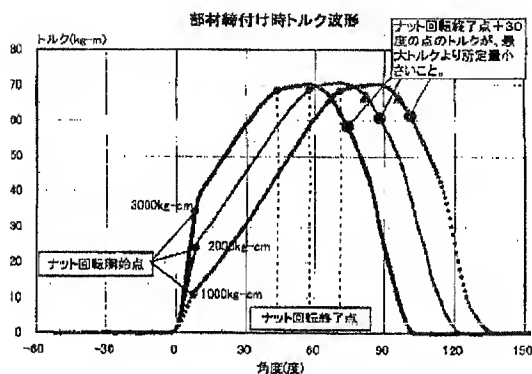
【図11】



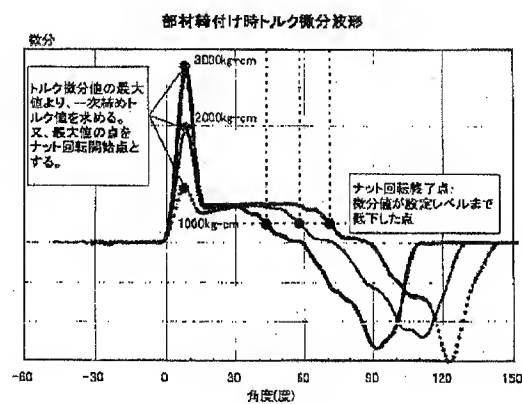
【図3】



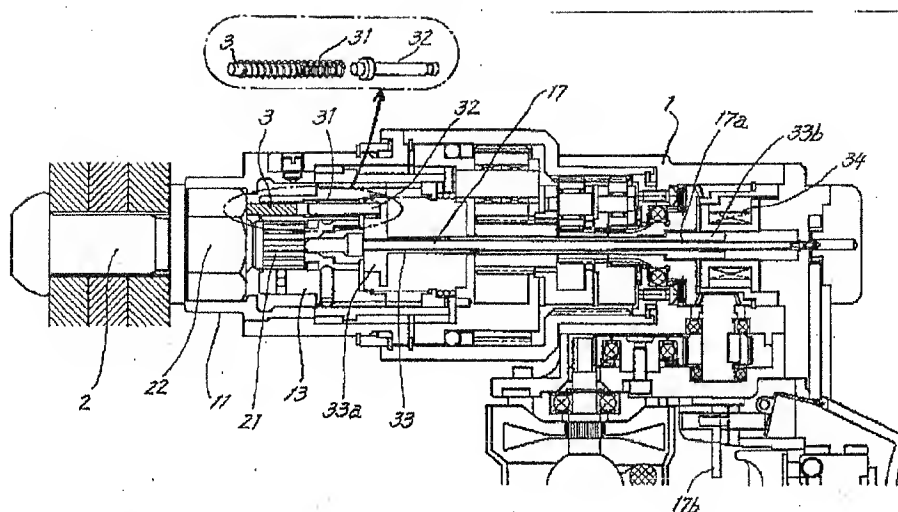
【図14】



【図15】

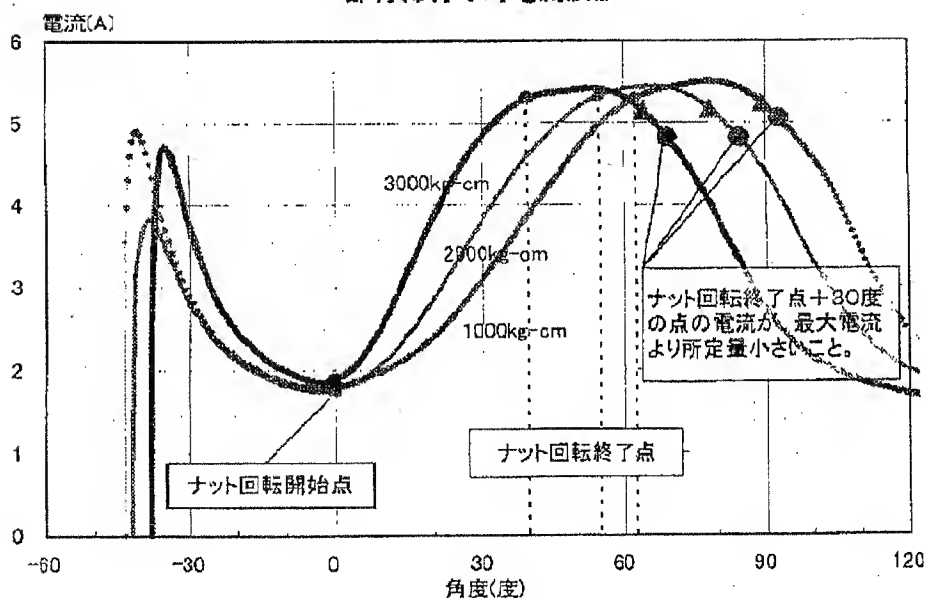


【図4】



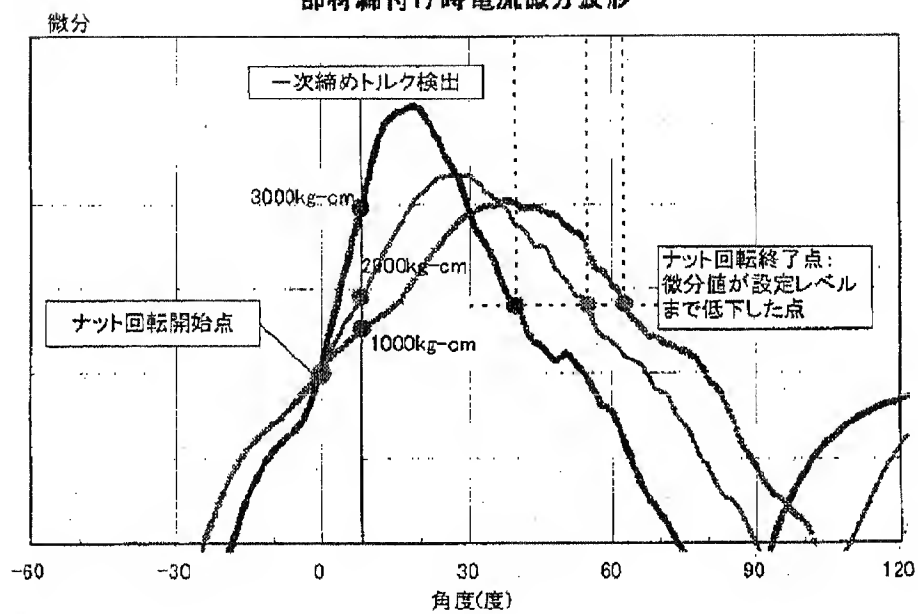
【図5】

部材締付け時電流波形

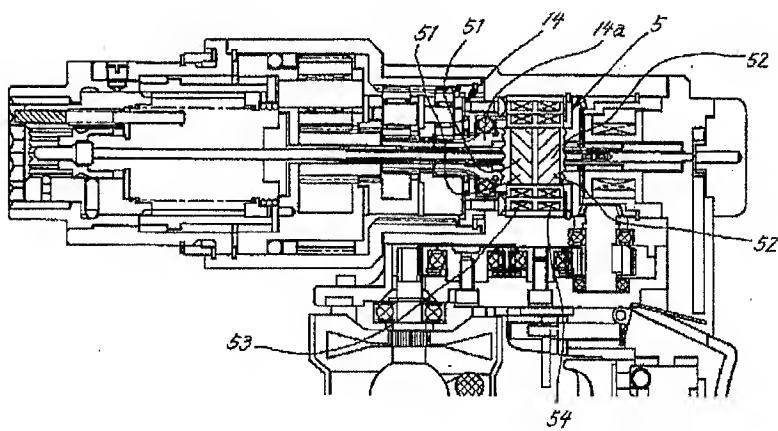


【図6】

部材締付け時電流微分波形

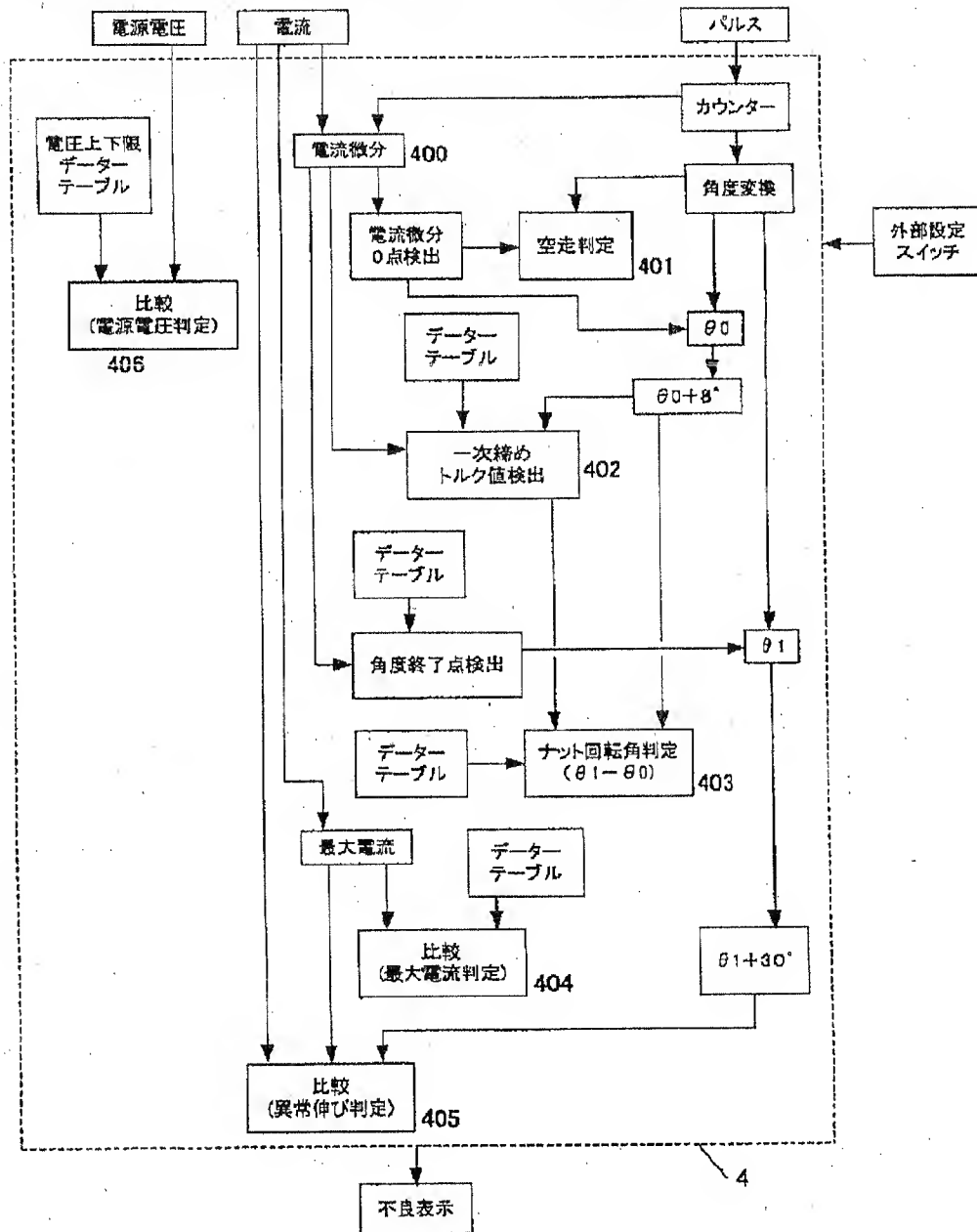


【図18】



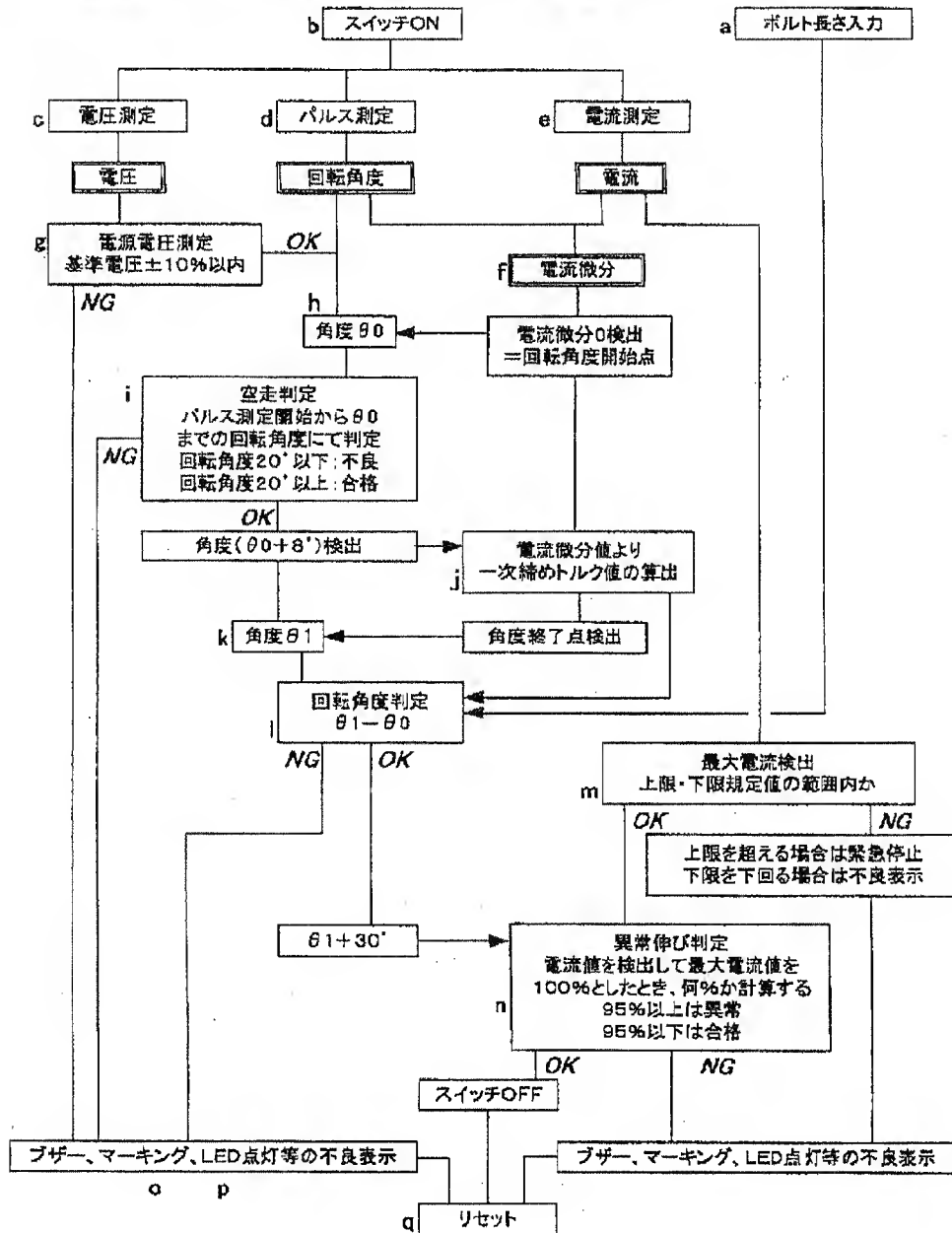
【図7】

検査機能付レンチのブロック図(電流データによる場合)



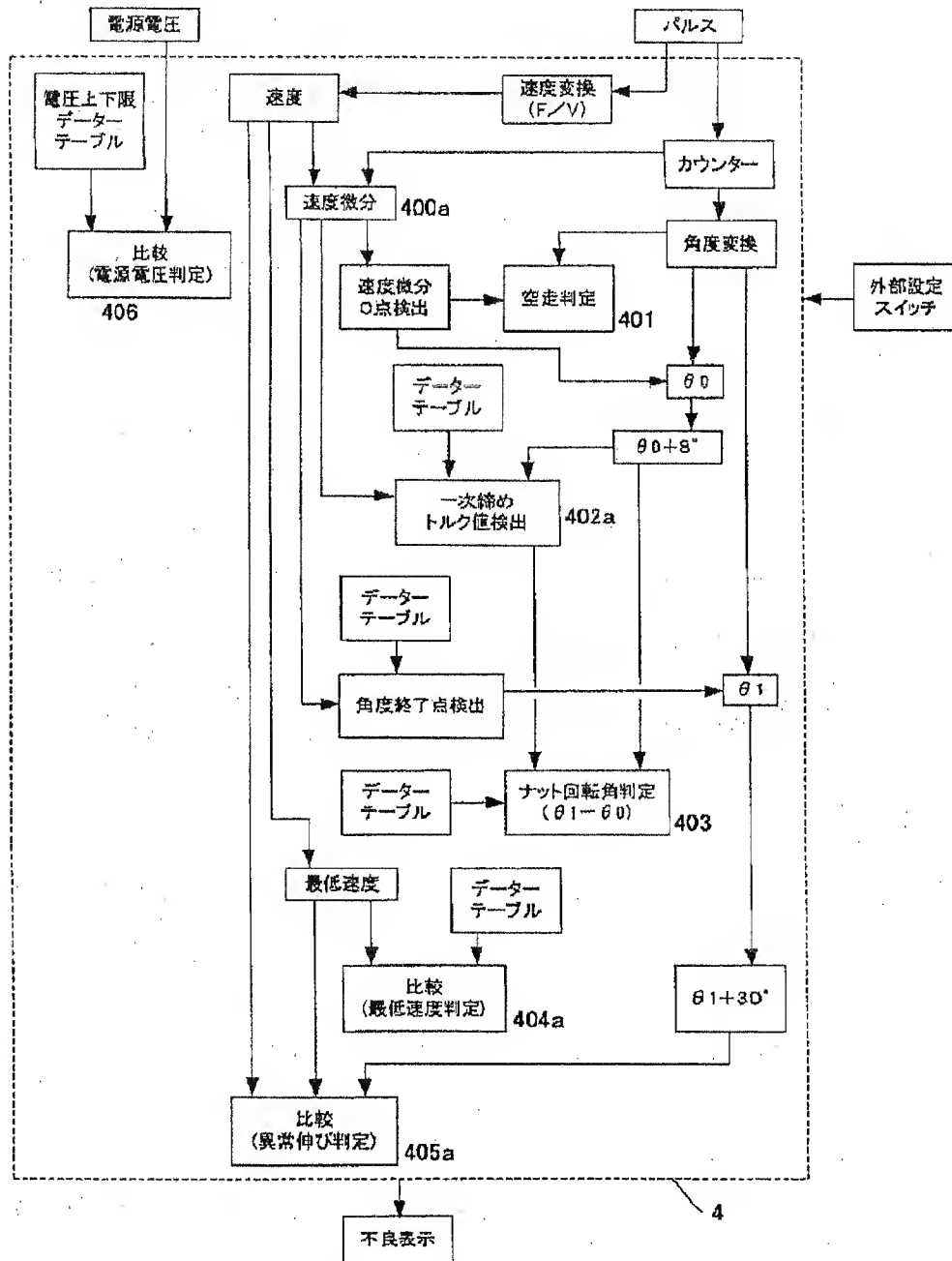
【図8】

検査機能付レンチの検査機構フローチャート(電流データによる場合)



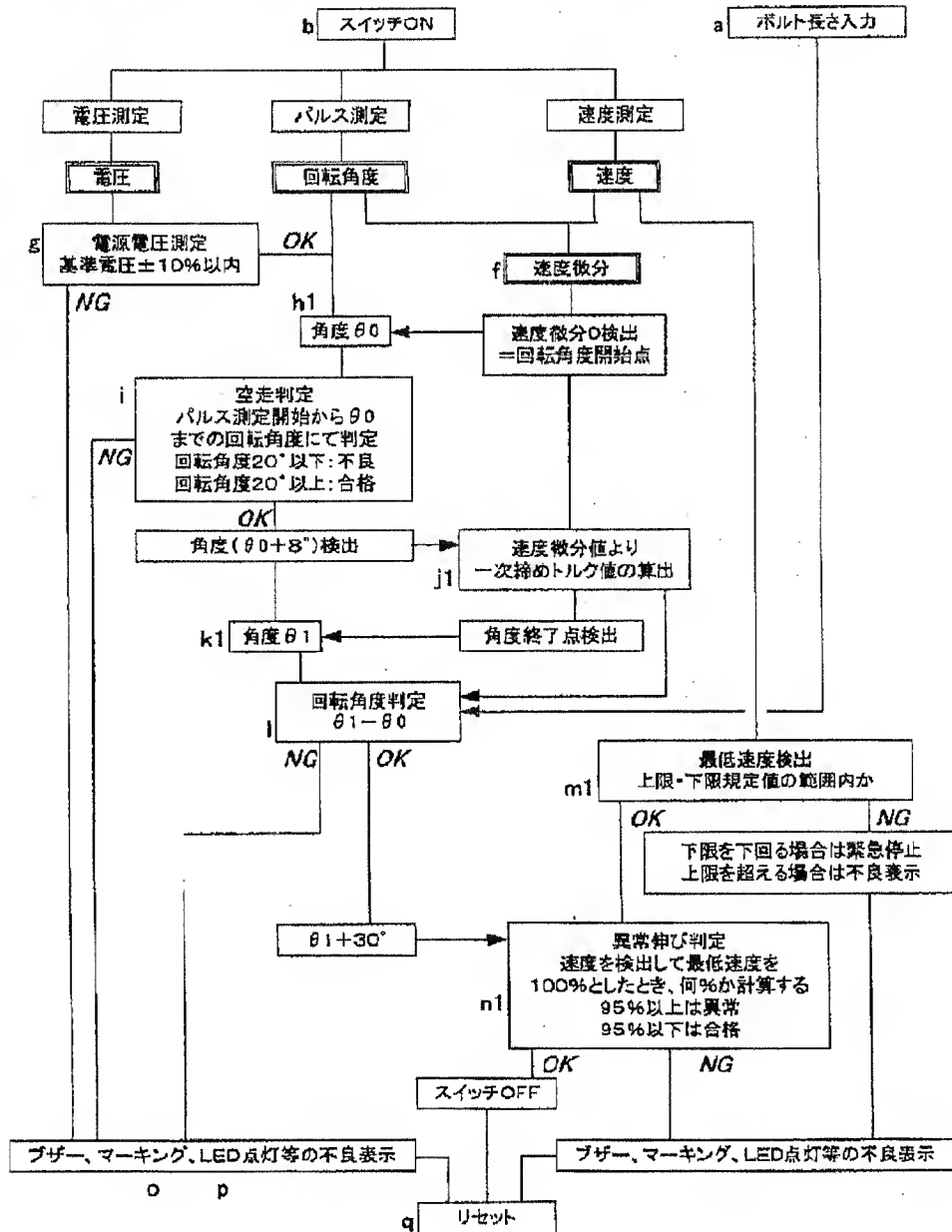
【図12】

検査機能付レンチのブロック図(速度データによる場合)



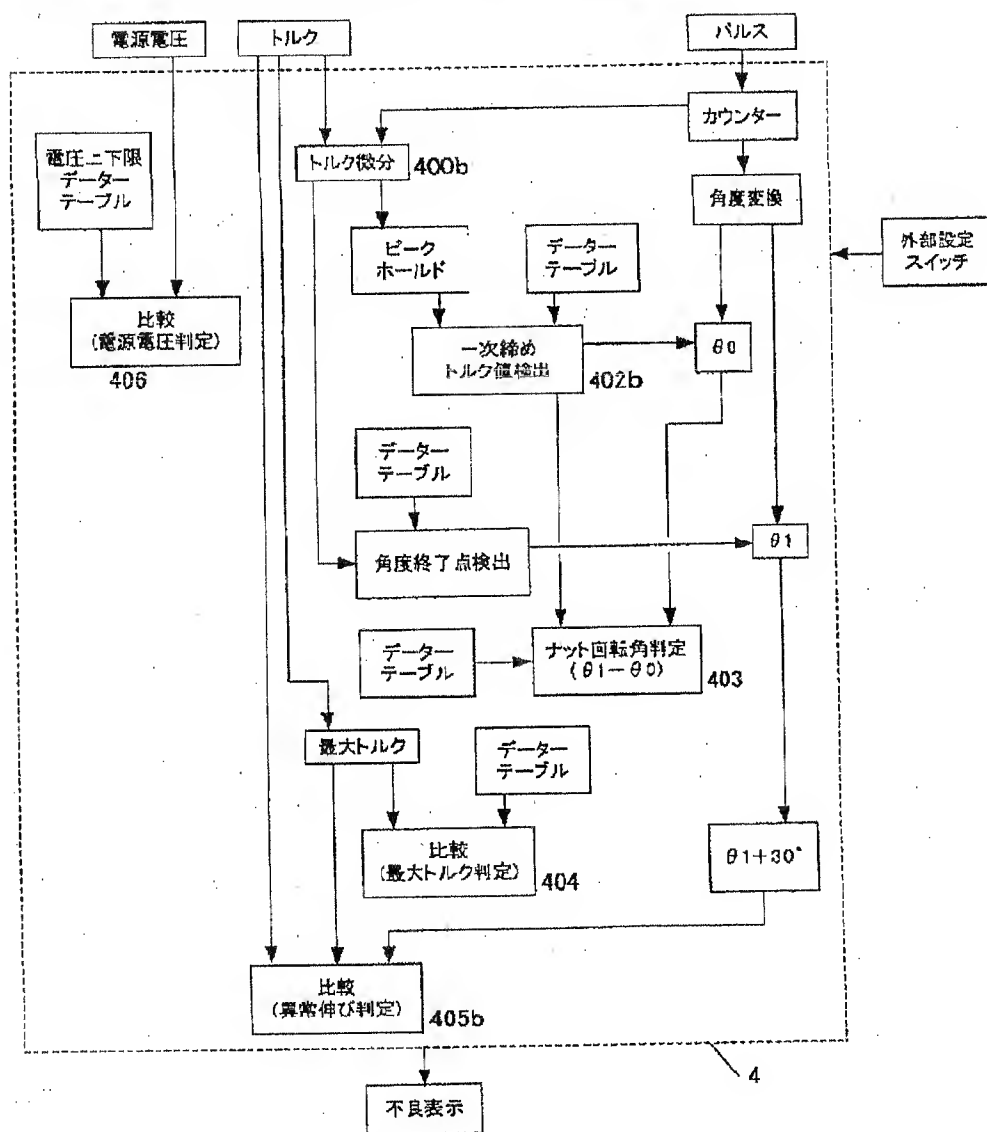
【図13】

検査機能付レンチの検査機構フローチャート(速度データによる場合)



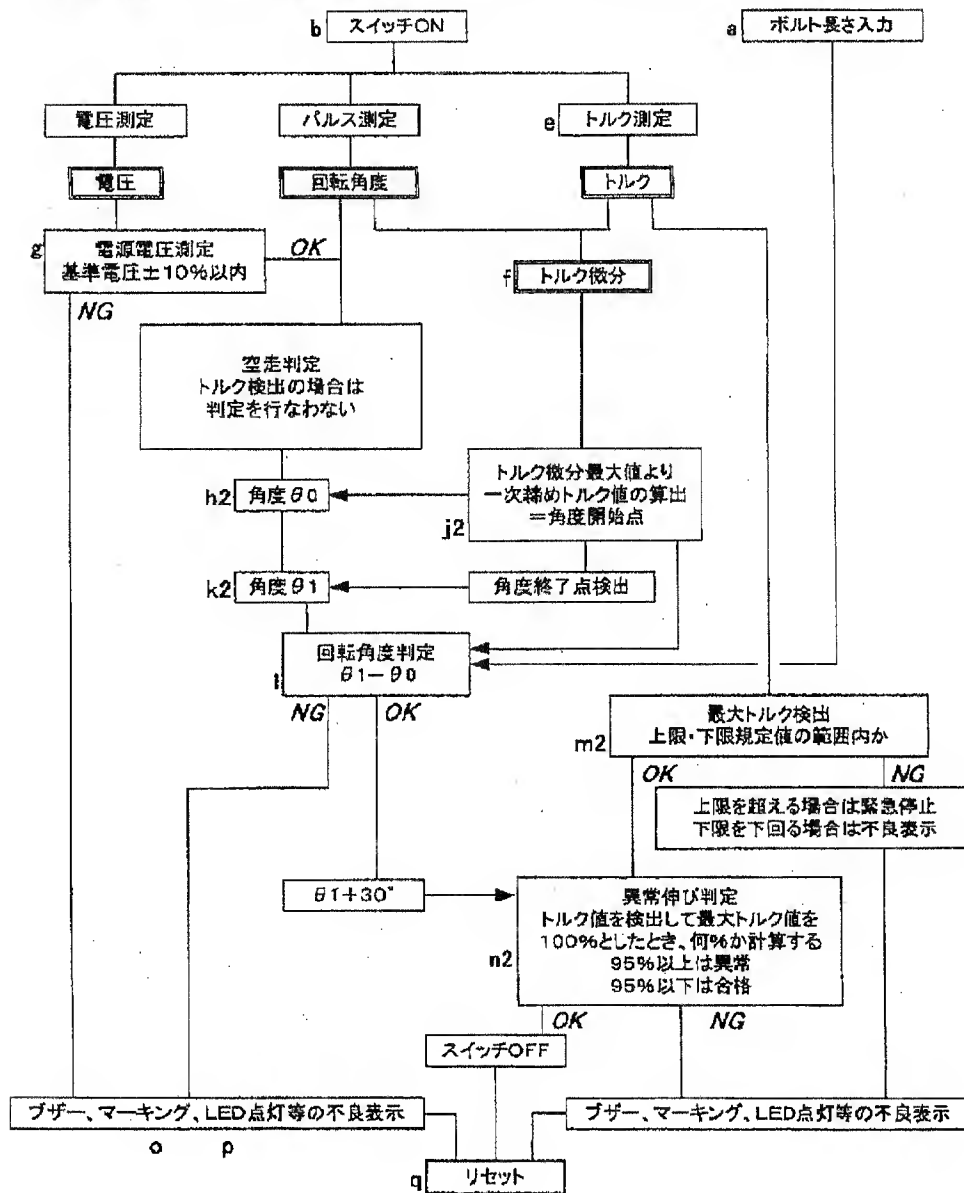
【図16】

検査機能付レンチのブロック図(トルクデータによる場合)



【図17】

検査機能付レンチの検査機構フローチャート(トルクデータによる場合)



【手続補正書】

【提出日】平成12年11月2日(2000.11.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】検査判定

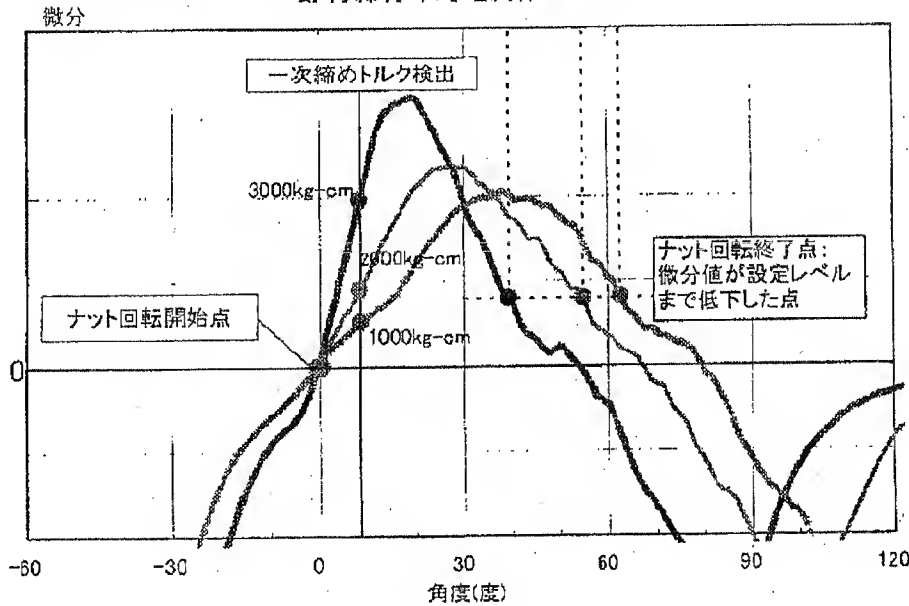
呼び径22mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cm

の場合について、夫々本締めを行った。そのときの検査判定について、図5の部材締め付け時の電流波形、図6の部材締め付け時の電流微分波形に基づいて説明する。図5、図6の角度軸は、モータ軸から得られるパルス数を所定周期(例えば10ms、コンピュータの性能及び締め付け機の減速比に応じて変更する)で加算蓄積したものを、モータ回転に対するソケットの減速比より角度に換算して表示している。図5の電流軸は、モータの電流値を上記所定周期で検出したものであり、電流の検出はCTセンサーにより行い、CTセンサーの出力電圧を電流値に

変換したものである。図6の微分軸は、上記所定周期毎に採り込まれた電流データの相対値(ΔI :現在の値から1周期前の値を減算したもの)を角度データの相対値($\Delta \theta$)で除算した値($\Delta I / \Delta \theta$)としている。尚、一次締めトルク1000 kg-cmの電流波形は、上記所定周期毎の点で表示しているが、その他の電流波形は点の間を実線で繋ぎ、太さの異なる連続線として表示している。*

※【手続補正2】
 【補正対象書類名】図面
 【補正対象項目名】図6
 【補正方法】変更
 【補正内容】
 【図6】

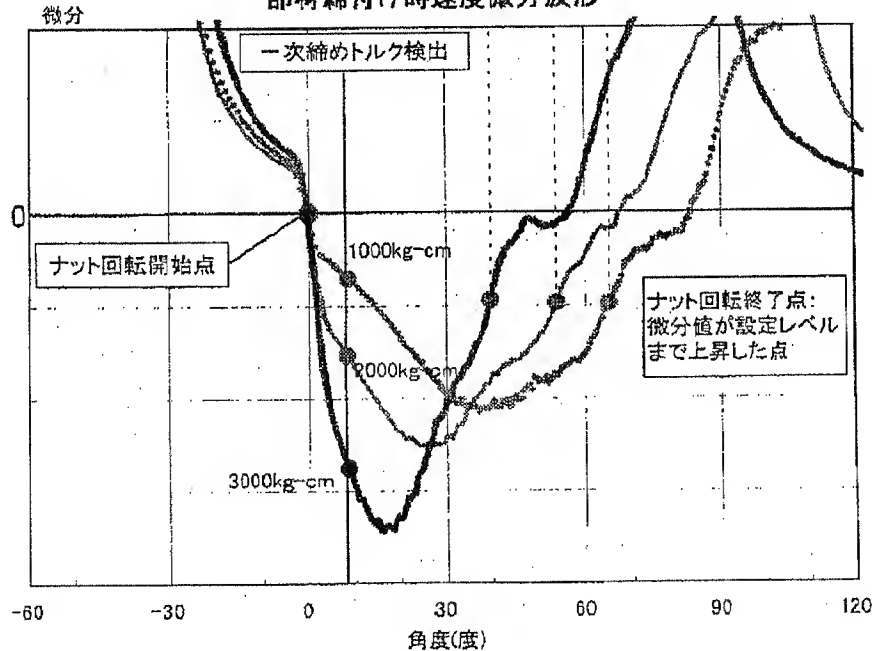
部材締め付け時電流微分波形



【手続補正3】
 【補正対象書類名】図面
 【補正対象項目名】図11

※【補正方法】変更
 【補正内容】
 ※【図11】

部材締め付け時速度微分波形



フロントページの続き

(72)発明者 金山 泰▲のふ▼

大阪府大阪市東成区深江北3丁目14番3号
前田金属工業株式会社内

Fターム(参考) 2F051 AA11 AB06 AC07 BA03

3C038 AA04 BC04 CA07 CB02 EA02

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第1区分
 【発行日】平成14年4月26日(2002.4.26)

【公開番号】特開2002-39885(P2002-39885A)
 【公開日】平成14年2月6日(2002.2.6)
 【年通号数】公開特許公報14-399
 【出願番号】特願2000-228124(P2000-228124)
 【国際特許分類第7版】

G01L 5/24
 B25B 23/14 610

620

【FI】

G01L 5/24
 B25B 23/14 610 A
 610 K
 620 G

【手続補正書】

【提出日】平成13年12月25日(2001.12.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 検査機能付きボルト締付機

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、モータの駆動電流を微分する電流微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有し、
 一次締めトルク検出回路は、電流微分回路の微分値が負の値からゼロ点を過ぎ、正の値に変化したとき(本締め開始点)の角度を $\theta 0$ とし、電流微分値を測り、 $\theta 0$ 以後の電流微分値と一次締めトルク量の関係を示す予め作成したデータと、電流微分回路から得た電流微分値との比較により一次締めトルク量を求めるものであり、
 ナット締付け角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が最大となつてから、求められた前記一次締めトルク量の下で、締付け完了時点に対応する予め定めた電流微分値まで低下した時点でのナットの締付け回転角度を $\theta 1$ とし、 $\theta 1 - \theta 0$ が、予め設定した角度の範囲であるか否かによってナット締付け角度の合否を判定することを特徴とする検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項2】 異常伸び判定回路を有し、異常伸び判定回路は、角度 $\theta 1$ から所定角度を超えたときの電流値を検出し、該電流値の最大電流値に対する割合が予め設定

した割合以上の場合、

又は、角度 $\theta 1$ 以後の電流値が最大となり、その最大電流値に対して所定割合まで電流値が低下したときの角度を検出し、その角度が予め設定した角度以上の場合には異常伸びと判断し不良信号を発する請求項1に記載の検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項3】 一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、モータの回転速度を微分する速度微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有し、

一次締めトルク検出回路は、速度微分回路の微分値が正の値からゼロ点を過ぎ、負の値に変化したとき(本締め開始点)の角度を $\theta 0$ とし、速度微分値を測り、 $\theta 0$ 以後の速度微分値と一次締めトルク量の関係を示す予め作成したデータと、速度微分回路から得た速度微分値との比較により、一次締めトルク量を求めるものであり、
 ナット締付け角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が最小となつてから、求められた前記一次締めトルク量の下で、締付け完了時点に対応する予め定めた速度微分値まで上昇した時点でのナットの締付け回転角度 $\theta 1$ とし、 $\theta 1 - \theta 0$ が、予め設定した角度の範囲であるか否かによってナット締付け角度の合否を判定することを特徴とする検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項4】 異常伸び判定回路を有し、異常伸び判定回路は、角度 $\theta 1$ から所定角度を超えたときの速度を検出し、該速度の最低速度に対する割合が予め設定した割合以下の場合、

又は、角度 $\theta 1$ 以後の速度が最低となり、その最低速度に対して所定割合まで速度が上昇したときの角度を検出し、その角度が予め設定した角度以上の場合には異常伸び

と判断し不良信号を発する請求項3に記載の検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項5】 一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、ナット締付けトルクを微分するトルク微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有し、

一次締めトルク検出回路は、ナット締付けトルク微分値が最大となったときの角度を $\theta 0$ とし、この最大トルク微分値と、予め作成したトルク量とトルク微分値との関係を示すデータとの比較により一次締めトルク量を求めるものであり、

ナット締付け角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が低下し、求められた前記一次締めトルク量の下で、所定量に達したときの角度を $\theta 1$ とし、 $\theta 1 - \theta 0$ が、予め設定した角度の範囲であるか否かによってナット締付け角度の合否を判定することを特徴とする検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項6】 異常伸び判定回路を有し、異常伸び判定回路は、角度 $\theta 1$ から所定角度を超えたときのトルク値を検出し、該トルク量が、最大トルク値に対して予め設定した割合以上の場合、

又は、角度 $\theta 1$ 以後のトルク値が最大となり、その最大トルク値に対して所定割合までトルク値が低下したときの角度を検出し、その角度が予め設定した角度以上の場合には異常伸びと判断し不良信号を発する請求項5に記載の検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項7】 締付けソケットにマーカがソケットの軸方向に移動可能に配備され、不合格の信号によりソレノイドが働いてマーカが移動し、ソケットに嵌まっている締付部材に当ってマークを施す請求項1乃至6の何れかに記載の検査機能付電動ボルト締付機。

【請求項8】 ボルトの首下長さを入力する入力部(41)を有し、求められた一次締トルク値と、入力したボルトの首下長さの下でナット締付け角度の合否を判定する請求項1乃至7の何れかに記載のボルト・ナット締付機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ボルトが正常に締付けられているか否かの判定機能を有する電動ボルト締付機に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び本発明が解決しようとする課題】建築・橋梁などの鋼構造物の接合に用いられる構造用高力ボルト(以下、単にボルトと呼ぶ)は、ねじ軸先端に破断用突起部(ピンテールという)を具えており、専用の締付機によって締付けられた場合、ボルトのピンテールが根元のノッチ部で破断されるので締付けが完了しているか否かが一目で判る。但し、実際の施工に当っては、ボルトの製造上の異常や施工時の異常により、ボルトのピンテールが破断していても正常な締め付けが出来ていない場

合がある。

【0003】上記締付け異常を発見するため、締付け作業は、一次締め→マーキング→本締め目視検査の工程で実施するよう定められている(建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事)。一次締めは、締付部材が密着するよう一次締め専用締付機にて実施することである。マーキングは、一次締めが行われたボルト、ナット、座金および被締結部材に亘ってマークを施すことである。本締めは、一次締めが行われたボルト、ナットに対し、更に締付機にてピンテールが破断するまで締め付けることである。目視検査は、締付け後、前記マークのズレを見て、ボルトの締付けが正常であるか否かを確認することである。

【0004】ところが、マーキングは機械化が待望されているが実現しておらず、人力によるマーキングや目視検査の作業には多くの時間を費やし、不経済である。又、作業位置によっては正確さに欠けたり、見落としが生じる場合もあり、信頼性に乏しい。本発明は、ボルトを締付けた際に、締付け状態の合否を自動的に判定できる機能を有するボルト締付機を明らかにするものである。

【0005】

【課題を解決する手段】本発明のボルト締付機は、ボルトと協働して被締付け部材を一次締め(仮締め)したナットをモータ駆動によって本締めする締付機において、モータの駆動電流を微分する電流微分回路、一次締めトルク検出回路及びナット締付角度合否判定回路を有している。一次締めトルク検出回路は、電流微分回路の微分値が負の値からゼロ点を過ぎ、正の値に変化したとき(本締め開始点)の角度を $\theta 0$ として、 $\theta 0$ から所定角度を超えたときの電流微分値を検出し、電流微分値と一次締めトルク量の関係を示す予め作成したデータとの比較により一次締めトルク量を求めるものである。ナット締付角度合否判定回路は、上記 $\theta 0$ 以後に微分値が最大となつてから予め定めた締付完了時点に対応する微分値まで低下した時点ナットの締付回転角度 $\theta 1$ とし、 $\theta 1 - \theta 0$ が求められた前記一次締めトルク値とボルトの首下長さの下で予め設定した角度の範囲であるか否かによってナット締付角度の合否を判定するものである。

【0006】

【作用及び効果】締付け作業中のモータの駆動電流を微分することによって、締付け負荷の変動によるモータへの負荷の変化が極めて判り易くなるため、一次締付トルク量及びナット締付角度の合否を正確に判定できる。又、締付機のなじみ性に左右されることなく、正確に本締め開始点が検出できる。ボルトの首下長さの違いによって、締付けにおけるボルト自体の捻れ量が異なる。これは締付け状態の合否の判断に無視できないが、ナット締付角度合否判定回路はこのボルトの首下長さも考慮して判断がなされるため、判定の正確度は一層向上する。

ボルトを1本締付ける毎に締付け検査が自動的に行われるため、検査の抜けが生じない。又、従来のようにボルト、ナット、座金および被締結部材に亘ってマークを施す入力による面倒な作業は不要である。仮にマークを施すとしても、一次締めが完了したという印だけでよい。このマーキングは単純なので機械化が容易なため、一次締め締付機にその単純なマーキング機能を具備すれば更なる省力化も可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の締付機は、次の4項目の検査機能を有する。

- ① 一次締め時のトルク量が適正な範囲に入っているか否か。次項目の本締め時、ナット回転角度量は一次締めトルク量の大きさによって変動するため、本締めの最初の段階で一次締めトルク量を検査する。
- ② 本締めにおけるナットの回転角度量が、指定されたボルトの首下長さに対応した適正な範囲に入っているか否か。一次締めトルク量と被締結部材が判明している場合、規定の締付け力を確保するためのナットの回転角度は首下長さに比例する。正常な場合の首下長さと角度量との関係を事前に求め、その量と比較して、正常か否か検査する。
- ③ 本締め時の最大トルク量は適正な範囲に入っているか否か。ボルトの最大締付けトルク量はボルトメーカーが定めておける一定なので、正常といえる範囲を規定し、その量と比較して、正常か否か検査する。
- ④ ビンテールの破断角度量は適正な範囲に入っているか否か。ボルトは所定の締付けトルク量に達すると、ビンテール根元のノッチ部にねじり破断を生じるため、最大トルク領域の角度(=ビンテールの破断角度)はほぼ一定となるが、ボルトのねじ部などがノッチ部より早く降伏するといった異常が生じるとこの角度は大きくなる。

【0008】具体的検査手段

前項の4つの検査項目を判定するために、本発明は下記の3つの手段を実施した。

第1実施例：締付け電流と締付機の回転角度特性を利用する。

第2実施例：締付け速度と締付機の回転角度特性を利用する。

第3実施例：締付けトルクと締付機の回転角度特性を利用する。

以下具体的に説明する。

【0009】「実施例1」(締付け電流と締付機の回転角度特性を利用)

ボルト締付機の構成

ボルト締付機は、図1、図2に示す如く、ケーシング(1)の先端に突設したアウターソケット(11)と同心になめり防止機構(12)を介して後退可能にインナーソケット(13)が配備され、両ソケット(11)(13)は、遊星歯車機構

(14)の2つの出力軸、実施例では遊星歯車(14c)に啮合した内歯車(14d)及び遊星歯車支持棒(14a)に連繫している。遊星歯車機構(14)に歯車列(15)を介してモータ(16)が連繫され、図3に示す如く、インナーソケット(13)にボルト(2)のビンテール(21)が、アウターソケット(11)にナット(22)が夫々奥まで嵌まった状態にて、両者に互いに反対方向の回転力が作用してボルト、ナットが締め付けられると、ビンテール(21)が破断される。モータが起動してから実際に締付けを開始するまで、ソケットが所定角度以上、実施例では20°以上空走するメカニズムが組み込まれており、該メカニズムは、インナーソケット(13)を軸方向にスライド可能に支持するホルダー(13a)と遊星歯車支持棒(14a)との間に回転方向に20°以上の遊びを設け、トーションバネ(14b)で一方向に付勢する公知の機構(特開昭57-83381号等)を実施している。上記2つのソケット(11)(13)と同心にビンテール排出ロッド(17)が進退可能に配備され、図3に示す如く、インナーソケット(13)がビンテール(21)に押されて後退するとき、バネ(17a)に抗して排出ロッド(17)も一緒に押されて後退し、締付け完了後に破断されてインナーソケット(13)内に残ったビンテール(21)を、排出レバー(17b)を引くことによって、排出ロッド(17)の保持を解除して、バネ力で排出ロッド(17)を前進させてビンテール(21)を排出させる。締付機には、締付不良ボルトに対して、そのナット(22)の端面にマークを施すマーキング装置が内蔵されている。

【0010】実施例のマーキング装置は、インナーソケット(13)の周壁を貫通して該ソケットの軸心と平行にスライド可能にマーカ(3)を配備し、該マーカ(3)の後端にコイルバネ(31)を介してマークピン(32)を一直線上に連結する。マーカ(3)はフェルト体でありインキが染み込んでいる。マーカ(3)はインナーソケット(13)の前面から少し突出し、マークピン(32)はインナーソケット(13)の後端から大きく突出している。遊星歯車機構(14)の軸心を貫通し且つ前記排出ロッド(17)に摺動可能に嵌めて筒軸(33)を配備し、該筒軸(33)の前端に叩きヘッド(33a)を突設する。筒軸(33)の後端に肉厚拡大部(33b)を形成し、バネ(33c)を該拡大部(33b)に当てて筒軸(33)を常時後方に付勢する。ハウジング(1)の後部に上記筒軸(33)の肉厚拡大部(33b)の前端に被さって電磁コイル(34)を配備する。後記するコンピュータ(4)からの締付不良信号によって、電磁コイル(34)へ通電されることにより、筒軸(33)がバネ(33c)に抗して前進し、叩きヘッド(33a)がマークピン(32)を叩いてマーカ(3)を突き出し、ナット(22)の端面にマークを施すことができる。インナーソケット(13)の開口側からマーカ(3)にインキ補充が可能である。

【0011】図1に示す如く、締付機のグリップ(10)とモータ(16)の先端間を繋ぐ部分(18)に、コンピュータ(4)、ボルトの首下長さ入力部(41)、複数の表示ランプ

(LED)(42)が配備される。又、締付機にはモータの電流値を検出するCTセンサー(図示せず)が設けられ、モータ(16)にはモータ1回転を数パルス(実施例では1パルス)として検出する回転センサー(19)が連携され、夫々コンピュータ(4)に信号が送られる。尚、モータ1回転に対するパルス数はモータの回転数や減速比が異なった場合、事前実験により決定する。モータの駆動はトリガースイッチ(16a)にて行う。首下長さ入力部(41)は作業者がボルトの首下長さが異なる毎に手動入力することで、ボルト締付の可否判定の正確さを向上させるものであり、首下長さの実長を入力して、実長に対応することが望ましいのは勿論であるが、精度的に許される場合は、短寸・標準・長寸等、2～5段階程度の範囲から選択させることができる。尚、ボルトの呼び径の違いに対しては、締付機をその呼び径専用にする事で対応できる。又、切替えスイッチ(図示せず)を設けて呼び径の異なる2サイズ程度のボルトに対して互換性を持たせることは可能である。

【0012】コンピュータ(4)は、回転センサー(19)にて検出されたパルス及びCTセンサーにて検出された電流値(実際には電圧に変換されている)を入力し、締付機の減速比(記憶データとして確保)より締付機の出力角度を計算すると共に、単位時間当りの角度増分 $\Delta\theta$ と電流増分 ΔI を用いて、電流微分値($\Delta I/\Delta\theta$)を計算する。付帯機能として、締付機に供給される電源電圧を測定する。無くても可い。

【0013】検査判定

呼び径22mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmの場合について、夫々本締めを行った。そのときの検査判定について、図5の部材締付け時の電流波形、図6の部材締付け時電流微分波形に基づいて説明する。図5、図6の角度軸は、モータ軸から得られるパルス数を所定周期(例えば10ms。コンピュータの性能及び締付機の減速比等に応じて変更する)で加算蓄積したものを、モータ回転に対するソケットの減速比より角度に換算して表示している。図5の電流軸は、モータの電流値を上記所定周期で検出したものであり、電流の検出はCTセンサーにより行い、CTセンサーの出力電圧を電流値に変換したものである。図6の微分軸は、上記所定周期毎に採り込まれた電流データの相対値(ΔI :現在の値から1周期前の値を減算したもの)を角度データの相対値($\Delta\theta$)で除算した値($\Delta I/\Delta\theta$)としている。尚、一次締めトルク1000kg-cmの電流波形は上記所定周期毎の点で表示しているが、その他の電流波形は点の間を実線で繋ぎ、太さの異なる連続線として表示している。

【0014】判定の工程

図7のブロック図、図8のフローチャートにより、検査判定の工程の詳細を説明する。

(1) 首下長さの入力(a): ボルトの首下長さを、

入力部(41)に入力する。

(2) 締付け開始(b): ビンテール(21)とナット(22)にソケット(13)(11)を嵌める。

この段階でナット(22)からのボルトの臨出長さが短かすぎると、ナット端面にマーカ(3)が当接して、本締め前に不合格表示がなされてしまう。一次締め終了の時点でナット(22)からのボルトの臨出長さが予定長さに達しないということは、即ち、一次締めトルク値の導入若しくはボルトの首下長さ選定に問題があり、不合格表示がなされて当然である。トリガースイッチ(16a)を入れ、モータ(16)を起動する。該スイッチは締付け完了または異常停止まで切ってはならない。トリガースイッチが入ると同時に電圧測定(c)・パルス測定(d)・電流測定(e)を開始する。又、同時に電流微分の計算も実行する。

(3) 電源電圧判定(g): トリガースイッチが入り、角度 θ_0 を検出するまでは電源電圧判定回路(406)により、電源電圧を監視し、基準電圧の $\pm 10\%$ 以内か判定する。基準電圧の $\pm 10\%$ を超えている場合は不合格とし、その時点で強制停止(モータへの通電遮断)するか締付け完了後、不合格表示を行う。

(4) 角度 θ_0 の検出(h): 電流微分回路(400)で演算した電流微分値($\Delta I/\Delta\theta$)が、トリガースイッチ投入後、負の値よりゼロ点を越え正の値に変化したときの角度を θ_0 とする。

(5) 空走判定(i): モータが起動してから角度 θ_0 に達するまでのソケットの回転が所定角度(実施例では 20°)以下のときは充分な空転時間を確保できないため、締付け開始時の電流変化が標準状態と異なるため一次締めトルク値の算出およびナット回転角度の検出が出来なくなる。空走判定回路(401)により判定した空走角度が所定角度以下の場合は一次締めトルク値の算出及びナット回転角度の検査を実行せず、締付け後、未検査の表示をする。尚、空走の可否を判定する角度は、モータが起動する際の突入電流が概ね安定するまでの角度であり、締付機の減速比により異なるため、締付機の特性に依じた設定とする。

(6) 一次締めトルク値(j): 一次締めトルク検出回路(402)により、角度が θ_0 から所定角度(実施例では 8°)を超えたときの電流微分値を検出し、該電流微分値と、事前に実験で求めた電流微分値と一次締めトルク量との関係式またはデータテーブルとの比較により一次締めトルク量を求める。尚、 θ_0 からの所定角度は実施例でも $5\sim 15^\circ$ の範囲で設定できるが、ボルトの締付け施工条件や締付機の特性により設定は変わり、減速比が変化した場合には更に大きな角度としてもよい。又、一次締めトルク量を求める方法は、実施例以外に最大電流微分値を検出して、その最大電流微分値と一次締めトルク量、もしくは最大電流微分値のときの θ_0 からの角度と一次締めトルク量の関係から求めても可い。

(7) 角度 θ_1 の検出(k): 角度 θ_0 以降に電流微

分値が最大となり、次に低下し、所定量(事前実験による値)に達したときの角度を $\theta 1$ とする。

(8) .ナット回転角度(l): ナット締付角度合否判定回路(403)により、角度 $\theta 1 - \theta 0$ を計算し、事前に実験で得られた結果による一次締めトルク値と首下長さ α とを指標とした計算式またはデータテーブルの角度と、測定された角度 $\theta 1 - \theta 0$ とを比較して合否判定を行う。尚、一次締めトルク値は上記工程(6)項で求められた値を用いる。不合格の場合は締付け終了後、不合格表示する。

(9) .最大電流検出(m): 最大電流判定回路(404)により、角度 $\theta 1$ 検出後の最大電流値が、事前に設定した下限電流値と上限電流値の範囲に納まるか否かを監視する。電流値が上限電流値を超える場合は、締付機を破損するのでモータへの通電を遮断し、不合格通知する。電流値が下限電流値を超えないで最大電流値となった場合は、トルク不足で不合格とし、締付け終了後、不合格表示する。

(10) .異常伸び判定(n): 異常伸び判定回路(405)により、角度 $\theta 1$ から事前調査による角度(実施例では 30°)を超えたときの電流値を検出する。実施例では、その電流値が最大電流値を100%としたときの95%以下であるかを調べる。95%以上の場合は異常伸び発生と判断して強制停止し、不良表示する。95%以下は合格とする。尚、異常伸びを判定するための $\theta 1$ からの角度及び最大電流値に対する比(実施例では95%)は、ボルト及び締付機の特性により異なるため事前に調査した値を設定する。又、異常伸び判定を行う方法は、上記以外に、 $\theta 1$ 以後の最大電流値を検出し、その後電流値が所定比率まで低下したときの角度を検出して、事前に設定した角度以内であるか否かで判定しても可い。

(11) .不良表示(o): 以上の検査工程において「不合格」、「強制停止」、「未検査」等の異常を生じた場合の不良表示は、その原因が判るよう異常原因別の表示ランプ(LED)(42)を点灯させる。又、締付機にブザー(図示せず)を設け、作業者に締付けたボルトが異常であることを音で知らせることも出来る。

(12) .マーキング(p): 検査結果が不合格の場合、コンピュータから信号を出力し、その信号により動作するスイッチにて電磁コイル(34)に通電する。通電された電磁コイルの磁力の働きにより、前述の如く、インクを包含したマーカ(3)がナット(22)に押し付けられる。以上の方法でナットに不良を明示するマークを施す。

(13) .リセット(q): 正常に締付けが完了した場合は、トリガースイッチ(16a)を切った時点で初期状態に復帰して次のボルト締付けに待機する。異常終了の場合は、ランプ(LED)の点灯・ブザー・マーキングのため、トリガースイッチを切られても数秒間は不良表示を

保持させ、その後初期状態に復帰させる。但し、不良ランプ点灯は次にトリガースイッチを入れるまで継続しても可い。

【0015】図9は、上記工程(8)のナット回転角度判定の具体例を示している。呼び径22mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締トルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmの場合について、ボルト、ナット、座金及び被締結部材に亘って印を施してから、本締めを実施した際の

A: 角度ゲージを用いて目視にて測定したナットの回転角度(目視角度) B: 締付機の電流微分のデータより求めたナットの回転角度($\theta 1 - \theta 0$)との関係をグラフにしたものである。大きな黒丸は、一次締トルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmのボルト15本ずつについての平均値である。目視の場合も、データによる場合も、夫々 $\pm 5^\circ$ の範囲に納まっており、これは目視による誤差の範囲であり、電流微分のデータより求めたナットの回転角度で合否を判定することに問題がないのは明らかである。

【0016】「実施例2」(締付け速度と締付機の回転角度特性を利用)

ボルト締付機の構成

ボルト締付機は実施例1の締付機からCTセンサーを省略できる。

【0017】コンピュータ(4)は、回転センサー(19)にて検出されたパルス及び締付機の減速比から締付機の出力角度を計算し、又、パルス間の時間よりモータが1回転する時間を測定し速度に変換する。単位時間当りの角度増分 $\Delta \theta$ と速度増分 Δv を用いて、速度微分値($\Delta v / \Delta \theta$)を計算する。付帯機能として、締付機に供給される電源電圧を測定する。無くても可い。

【0018】検査判定

呼び径22mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmの場合について、夫々本締めを行った。そのときの検査判定について、図10の部材締付け時の速度波形、図11の部材締付け時速度微分波形に基づいて説明する。図10、図11の角度軸は、実施例1の場合と同様にし、モータ回転に対するソケットの減速比より角度に換算して表示している。図10の速度軸は、モータが1回転する時間を所定周期(実施例では10ms。コンピュータの性能及び締付機の減速比等に応じて変更する)で検出し、更に精度を上げるため、コンピュータの基準クロックでカウントした値である。この場合、速度が遅いほどカウント値は大きくなる。実施例では解り易くするため「カウント最大値-カウント値」とし、速度が遅くなるとデータも小さくなる様にしており、且つ、グラフ表示に際しては締付開始後の最大速度を100%として表示している。図11の微分軸は、実施例1と同様にし、上記所定周期毎に採り込まれた速度データの相対値

($\Delta \nu$)を角度データの相対値($\Delta \theta$)で除算した値($\Delta \nu / \Delta \theta$)としている。尚、波形表示は実施例1と同じである。

【0019】判定の工程

図12のブロック図、図13のフローチャートにより、検査判定の工程の詳細を前記実施例1の順に説明する。

(1) 首下長さの入力(a): 実施例1と同じ。

(2) 締付け開始(b): 実施例1と同じ。

(3) 電源電圧判定(g): 実施例1と同じ。但し、電流測定は速度測定に読み替える。

(4) 角度 $\theta 0$ の検出(h1): 速度微分回路(400a)によって演算された速度微分値($\Delta \nu / \Delta \theta$)がトリガスイッチ投入後、正の値よりゼロ点を下回り、負の値に変化したときの角度を $\theta 0$ とする。

(5) 空走判定(i): 実施例1と同じ。

(6) 一次締めトルク値(j1): 一次締めトルク検出回路(402a)により、角度が $\theta 0$ から所定角度(実施例では 8°)を超えたときの速度微分値を検出し、事前に実験で求めた速度微分値と一次締めトルク量の関係式又はデータテーブルとの比較により一次締めトルク量を求める。尚、 $\theta 0$ からの所定角度は実施例でも $5 \sim 15^\circ$ の範囲で設定できるが、ボルトの締付け施工条件や締付機の特性により設定は変わり、減速比が変化した場合には更に大きな角度とすることも有り得る。又、一次締めトルク量を求める方法は、実施例以外に最大速度微分値を検出して、その最大速度微分値と一次締めトルク量、もしくは最大速度微分値のときの $\theta 0$ からの角度と一次締めトルク量の関係から求めても可い。

(7) 角度 $\theta 1$ の検出(k1): 角度 $\theta 0$ 以降に速度微分値が最小となり、次に上昇し、所定量(事前実験による値)に達したときの角度を $\theta 1$ とする。

(8) ナット回転角度(l): 実施例1と同じ。

(9) 最低速度検出(m1): 実施例1の最大電流検出に対応するものであり、最低速度判定回路(404a)により、角度 θ 検出後の最低速度が事前に設定した下限速度と上限速度の範囲に納まるか否かを監視する。速度が下限速度を下回る場合は、締付機を破損するのでモータへの通電を遮断し、不合格通知する。上限速度を超えないで最低速度となった場合は、トルク不足で不合格とし、締付け終了後、不合格表示する。

(10) 異常伸び判定(n1): 異常伸び判定回路(405a)により、角度 $\theta 1$ から事前調査による角度(実施例では 30°)を超えたときの速度を検出する。実施例では、その速度が角度 $\theta 0$ 時の速度と最低速度との差を100%としたとき、最低速度より5%以上上昇しているか否かを調べる。5%以下の場合は異常伸び発生と判断して強制停止し、不合格表示する。5%以上は合格とする。尚、異常伸びを判定するための $\theta 1$ からの角度及び最低速度に対する比(実施例では5%)は、ボルト及び締付機の特性により異なるため事前に調査した値を設定す

る。又、異常伸び判定を行う方法は、実施例以外に、 $\theta 1$ 以後の最低速度を検出し、その後速度が所定比率まで低下したときの角度を検出して、事前に設定した角度以内であるか否かで判定しても可い。

(11) 不良表示(o): 実施例1と同じ。

(12) マーキング(p): 実施例1と同じ。

(13) リセット(q): 実施例1と同じ。

【0020】「実施例3」(締付けトルクと締付機の回転角度特性を利用)

ボルト締付機の構成

ボルト締付機は図1乃至図4の締付機にトルクセンサー(5)を付加し、CTセンサーを省略する。トルクセンサーは、公知のトルクセンサー(5)を図18に示す如く、遊星歯車機構(14)の太陽歯車(14a)の軸部上に構成できる。これは軸部に捻れ方向が逆の2種類の溝(51)(52)を加工し、該軸部を包囲して2つの環状コイル(53)(54)を配備したものである。軸部にトルクが印加されることによる溝(51)(52)への逆磁歪効果から誘電起電圧を発生させ、トルクに比例した電圧出力を得ることができる。

【0021】コンピュータ

コンピュータ(4)は、回転センサー(19)にて検出されたパルス及び締付機の減速比から締付機の出力角度を計算し、又、トルクセンサーにて検出されたトルク値から単位時間当りの角度増分 $\Delta \theta$ とトルク増分 ΔT を用いて、トルク微分値($\Delta T / \Delta \theta$)を計算する。付帯機能として、締付機に供給される電源電圧を測定する。無くても可い。

【0022】検査判定

呼び径22mm、首下長さ85mmのボルトを、一次締めトルクが1000kg-cm、2000kg-cm、3000kg-cmの場合について、夫々本締めを行った。そのときの検査判定について、図14の部材締付け時のトルク波形、図15の部材締付け時トルク微分波形に基づいて説明する。図14、図15の角度軸は、実施例1の場合と同様にして、モータ回転に対するソケットの減速比より角度に換算して表示している。図14のトルク軸は、トルクセンサーからの出力電圧をトルク値に換算した値を示している。図15の微分軸は、実施例1と同様にして、上記所定周期毎に採り込まれたトルクデータの相対値(ΔT)を角度データの相対値($\Delta \theta$)で除算した値($\Delta T / \Delta \theta$)としている。尚、波形表示は実施例1と同じである。

【0023】判定の工程

図16のブロック図、図17のフローチャートにより、検査判定の工程の詳細を前記実施例1の順に説明する。

(1) 首下長さの入力(a): 実施例1と同じ。

(2) 締付け開始(b): 実施例1と同じ。

(3) 電源電圧判定(g): 実施例1と同じ。但し、電流測定はトルク測定に読み替える。

(4) 角度 $\theta 0$ の検出(h2): トルク微分回路(400b)

によって演算されたトルク微分値($\Delta T/\Delta \theta$)がトリガースイッチ投入後、最大となったときの角度を $\theta 0$ とする。

(5) .空走判定(i): トルクセンサーによる場合は必要としない。

(6) .一次締めトルク値(j2): 一次締めトルク検出回路(402b)により、前記最大トルク微分値と、事前に実験で求めたトルク微分値と一次締めトルク量の関係式又はデータテーブルとの比較により、一次締めトルク量を求める。

(7) .角度 $\theta 1$ の検出(k2): 角度 $\theta 0$ 以降にトルク微分値が低下し、所定量(事前実験による値)に達したときの角度を $\theta 1$ とする。

(8) .ナット回転角度(l): 実施例1と同じ。

(9) .最大トルク検出(m2): 実施例1の最大電流検出に対応するものであり、最大トルク判定回路(404b)により、角度 $\theta 1$ 検出後の最大トルク値が事前に設定した下限トルク値と上限トルク値の範囲に納まるか否かを監視する。上限トルク値を越える場合は、締付機を破損するのでモータへの通電を遮断し、不合格通知する。下限トルク値を超えないで最大トルクとなった場合は、トルク不足で不合格とし、締付け終了後、不合格表示する。

(10) .異常伸び判定(n2): 異常伸び判定回路(405b)により、角度 $\theta 1$ から事前調査による角度(実施例では 30°)を超えたときのトルク値を検出する。実施例では、そのトルクが最大トルク値を100%としたときの95%以下であるか否かを調べる。95%以上の場合は異常伸び発生と判断して強制停止し、不合格表示する。95%以下は合格とする。尚、異常伸びを判定するための $\theta 1$ からの角度及び最大トルク値に対する比(実施例では95%)は、ボルト及び締付機の特性により異なるため事前に調査した値を設定する。又、異常伸び判定を行う方法は、実施例以外に、 $\theta 1$ 以後の最大トルク値を検出し、その後トルク値が所定比率まで低下したときの角度を検出して、事前に設定した角度以内であれば合格、設定した角度以上であれば異常伸びと判断しても可い。

(11) .不良表示(o): 実施例1と同じ。

(12) .マーキング(p): 実施例1と同じ。

(13) .リセット(q): 実施例1と同じ。

【0024】本実施例では、対象ボルトを、ボルト規格がナット、座金を含みセットで規定され、製造メーカーが異なっても締付け特性に殆どバラツキのない建築・橋梁用鋼構造物締結用のピンテール破断ボルトとしたが、同様の締付け特性を示すボルト(ピンテールの存在しないボルトも含む)の締結に使用できるのは勿論である。

又、実施例では、ソケットの空走角度を 20° 以上としたが、これは本実施例に限った場合であり、呼び径や締付機が異なった場合は空走角度が小さくても、図5、図6、図10、図11の波形が正常に表れる場合がある。インナーソケットとアウターソケットを具えたボルト締付機は、ナットとピンテールの位相のズレに対応するため、ある程度は空走できる様に設計されており、前出の空走メカニズムが無い場合でも、支障の無い場合もある。本発明は、上記実施例の構成に限定されることなく、特許請求の範囲に記載の範囲で種々の変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】ボルト締付機の正面図である。

【図2】締付け前のボルト締付機の要部断面図である。

【図3】ボルト、ナットを係合した状態のボルト締付機の要部断面図である。

【図4】ナットにマークを施す状態のボルト締付機の要部断面図である。

【図5】部材締付け時の電流波形の図である。

【図6】同上の電流微分波形の図である。

【図7】電流データによる場合の判定ブロック図である。

【図8】同上のフローチャートである。

【図9】目視角度と判定角度の具体例のグラフである。

【図10】部材締付け時の速度波形の図である。

【図11】同上の速度微分波形の図である。

【図12】速度データによる場合の判定ブロック図である。

【図13】同上のフローチャートである。

【図14】部材締付け時のトルク波形の図である。

【図15】同上のトルク微分波形の図である。

【図16】トルクデータによる場合の判定ブロック図である。

【図17】同上のフローチャートである。

【図18】他の実施例のトルクセンサーを組み込んだ締付機の断面図である。

【符号の説明】

(11) アウターソケット

(13) インナーソケット

(16) モータ

(19) 回転検出センサー

(3) マーカ

(4) コンピュータ

(41) ボルト首下長さ入力部